البيئة
وأثرها على الحياة السكانية



تأليف توماس اميل

مكتبة الوعي العربي

البيئة

وأثرها على الحياة السكانية

تأليف

توماس اميل

ترجمة

زكريا أحمد البرادعي

الناشر

مكتبة [illegible] فقط و[illegible]

• ت البيئة ، أن الا[illegible]

INTRODUCTION TO ECOLOGY AND POPULATION BIOLOGY

by : THOMAS C. EMMEL



مقدمة

أيقظت أزمات البيئة والسكان الاهتمام الجماهيرى الواسع الانتشار من أجل دراسة تأثيرات البيئة ، وهى كلمة بدت سابقا فى الاستينات أنها تشير فقط الى جانب راكد وخامد من علم الأحياء لا يعرف عنه سوى القليل أما الآن فقد أصبح الآلاف من الناس معنيين كل يوم باتخاذ قرارات بيئية تتفاوت ما بين شراء مطهرات خالية من الفوسفات الى الانضمام لمنظمات المحافظة على البيئة كى يتحول اهتمامهم بالبيئة الى عمل سياسى .

ومع ذلك فانه بسبب تأخر ظهور هذا الاهتمام الجماهيرى بالبيئة لا يزال البعض القليل منا هو الذى أتيحت له فرصة الوقوف على مقدمة اعلامية واسعة بالموضوع .

وكان هذا الكتاب مدونا لعامة الجماهير المثقفة وللطلاب الذين يبغون فهما أساسا طيبا لبيئتهم وضرورة حماية البيئة وتقدير أهمية عدد الكائنات الحية الطبيعية التى تعتمد على البيئة. ويقدم النصف الأول من الكتاب فهما للمبادىء البيئية الأساسية ومدى ارتباطها بالأعداد الطبيعية من النباتات والحيوانات . وتجىء بعد هذا التمهيد الأبواب المتبقية من الكتاب لتطبق هذه المبادىء على مشكلات السكان من البشر بما فيها النمو السكانى والمكونات الواسعة للتلوث البيئى وتغير طبيعة البرارى .

وجاء تدوين هذا الكتاب فقط وببساطة نظرا لعدم وجود شىء مكتوب مختصر ومدخل الى البيئة ، أن الآلاف الكثيرة من طلاب جامعة

فلوريدا يتلقون كل عام مناهج شاملة فى علوم الأحياء ، وأولى مشاكلهم هى فى عدم وجـود مرجع دراسى لتقرير المقصـود بالمنحى البيئى دون الدخول فى تفاصيل غير مطلوبة . ويمكن به معالجة النواحى البارزة فى حياة السكان دون التردى فى النماذج النظرية ، ويمكن به التأكيد على الانسان ويكون مدونا بالأسـلوب والعمق المتناسبين مع منهج يسجل كلا من الأشـياء الرئيسية العلمية وغير العلميـة . وبينما كانت توجد أعداد كثيرة صالحة من كتب تضم قراءات متنوعة الا أنه كان يبدو من الصعب وجود مرجع بالطول المناسـب يعالج مبحث البيئة وتأثيرها على الحياة السكانية .

فكان ظهر هذا الكتاب ملبيـا لكل من الحاجة التربوية والخبرة العملية فى تدريس علم البيئة للطلاب الذين لم تسـبق لهم دراسة منهج جامعى فى الأحياء ، بل ان المقصـود به على درجة سـواء أن يصل الى القراء المعنيين باكتساب فهم حيوى أفضـل لأهمية الحاجة الى حمـاية البيئة وتنظيم عدد السكان .

وانى مدين بالعرفان لكثير من الزملاء والطلاب والأصدقاء الذين ساعدوا فى تطوير وتدوين هذا الكتاب . وأود أن أشكر بصفة خاصة ميشيل سلاى من جامعة فلوريدا لما أبداه من تشجيع متواصل ومساعدة فى تنقيح تحـرير النسـخة الخطيـة للكتاب وأعبر كذلك فيما يختص بتحضير هذا الكتاب عن تقديرى للمساعدة الدقيقة والصبر الذى أبداه كل من كنيث ديمـاريه ومارى بل وهيئـة التحـــرير فى شركة النشر و . و . نورتون .

وأوجه اليهم جميعا شكرى ..

توماس اميل

بمدينة جينزفيل

فى شمال ولاية فلوريدا

نوفمبر ١٩٧٢

الباب الأول

السكان والبيئة

ما هو السبب فى دراسة البيئة على الحياة السكانية ؟

ان البيئة من حيث هى كلمة ومن حيث هى اختصاص قد ظهرت على ما هى عليه فى خلال السبعينيات .

وأصبح الشخص العادى يسمع اليوم عن علم البيئة أكثر مما يسمع عن أى جانب آخر فى علم الأحياء . ان الانسان اليوم يغمره سيل متدفق من المقالات الصحفية والدورية وأخبار الاذاعات والاعلانات ، وهى تنبئه جميعا بكل جديد عن أية أزمات بيئية أو كوارث كامنة تواجه مجتمعه أو حتى دنياه .

فهناك التفجيرات الذرية تحت أرض احدى جزر الوشيان النائية فى جنوب غربى آلاسكا ، وحوادث انسكاب زيت البترول على بعد من شاطىء ساحلى ، والتسمم بالزئبق لأسماك أبو سيف الشهية لدى المستهلك ، ووجود المبيد الحشرى د. د. ت. على أوراق الخس الذى سنتاوله ، وتراكم النظير المشع (سترنشيوم ــ ٩٠) فى الألبان التى نشربها ، بل ربما تسمح قناة فى مستوى سطح البحر فى بناما لثعابين البحر السامة بالانتقال من المحيط الهادى الى الشواطىء السياحية البهيجة المطلة على البحر الكاريبى ، وكل ذلك يسترعى انتباه المواطن الذكى وتقييمه لها من أجل أن يتخذ الحيطة حيالها .

وبالرغم من ذلك فمن المحتمل أن يكون علم البيئة اليوم هو أكثر جوانب علم الأحياء تعقيدا وأقلها فهما ، فى حين أنه أكثر جوانب النظام أهمية وسدادا لمستقبل دنيانا . وهكذا فان واحدا من أغراض هذا الكتاب هو تزويد القارىء بمقدمة شاملة ودقيقة وسهلة الفهم عن المدركات البيئية وسريان الحياة والطاقة والمواد فى الدنيا الطبيعية .

وطالما أن الأخطار البيئية التى تتهدد رفاهية النوع البشرى ترجع معظمها الى تزايد السكان ، فانه ينبغى علينا أن نهتم بصفة خاصة بالكيفية التي تتبعها جموع الكائنات الحية فى نموها وأداء وظائفها . وعلى الأخص فى ذلك حال الانسان . ولكن كيف يتم تقييد أعداد الكائنات أو تركها بدون تنظيم سواء كان ذلك بفعل عوامل طبيعية أو من صنع الانسان ؟

وبهذا فان الهدف الثانى لهذا الكتاب هو تعويد القارىء على أن يتآلف مع المبادىء الأساسية التى تحيط بالحياة السكانية الطبيعية للنباتات والحيوانات ، وبعدها يجرى تطبيق هذه الدروس والتحاليل على مشكلات سكانية بشرية بما فيها النمو السكانى والمكونات الواسعة للتلوث البيئى وتغير طبيعة البرارى . ولابد أن المعرفة بهذه النقاط سوف تعطى القارىء رؤية أوضح للأهمية الفورية التى ينبغى لنا بها اتخاذ قرارات بيئية بشأن المشكلات الانسانية التى تواجهنا . وربما يكون هناك الأمل فى أن يتخذ جيل الشباب المواقف القاطعة السديدة والاجراءات اللازمة من أجل الحفاظ على الحياة البشرية والمجتمع وتحسينهما كما سوف نعرفها فيما يلى .

ولننظر الآن — وهذه الأهداف حاضرة فى أذهاننا — الى التنظيم الأساسى للبيئة كعلم وللنظم الحيوية التى يكتنفها هذا العلم .

مستويات تركيب البيئة

ان علم البيئة هو دراسة العلاقات المتداخلة بين الكائنات الحية وبيئاتها ، وبهذا فان علم البيئة يتناول تقريبا — كافة مستويات تركيب الحياة على الأرض من الحيوان أو النبات الواحد الى التجمع الكامل للكائنات التى تعيش حياتها فى مساحة من الأرض الى التأثيرات الواقعة على هذه الكائنات من عوامل مناخية كانت أو عوامل جيولوجية تشكل

المحيط الخارجي الطبيعي لها . ونجد بالمعنى النهائى والأوسع أن المشتغلين بعلم البيئة معنيون ببناء وفهم دور الأشياء الحية فى تكوين وظيفة الكون .

ومن الناحية العملية يميل المشتغلون بعلم البيئة الى التخصص فى بحوث مستوى معين واحد من مستويات تركيب البيئة ، وهى بيئة الفرد الذاتى أو الجماعة السكانية الواحدة النوع أو التجمع السكانى متعدد الأنواع أو النمط البيئى .

بيئة الفرد الذاتى :

هى دراسة الكائن الفرد وهذه هى أصغر وحدة عمل للمشتغل بعلم البيئة . ويهتم الباحث بما يطلبه الفرد وما يتجاوز عنه فى كل من أسلوب حياته وأدائه لوظائفه البيئية خلال كافة مراحل دورة حياة الكائن .

بيئة الجماعة السكانية :

هى دراسة الجماعات السكانية للكائنات الحية وتتألف الجماعة السكانية الواحدة من جميع أفراد النوع الواحد الذين يعيشون حياتهم فى مساحة معينة من الأرض . ويسعى المشتغلون بعلم البيئة الى العمل على شرح سلوك الجماعات السكانية واستقرار أعدادها أو تزايدها السريع أو تناقصها حتى الزوال . ففى جنوب شرقى الولايات المتحدة يعيش نوع من طائر الدجاج المائى أرجوانى الريش بأعداد بالغة الكثرة على الأنهار والبحيرات مسببا مشكلات ملاحية وترويحية للانسان ، بينما هناك نوع آخر من طائر نقار الخشب ذى المنقار العاجى يقترب عدده من الانقراض . وتعيش الصراصير بالملايين داخل مساكن الطلاب فى كثير من الجامعات ، فى حين أن نوع طائر الغرنوق الذى يمد عنقه

حين صياحه والمحب لحياة القفار البرية يقـل مجموع عدده عن أربعين فردا • وينفق سكان الولايات المتحدة مبالغ ضخمة من النقود لقتـل طيور الدجاج المائي الأرجواني الريش ولابادة الصراصـير ، وكذلك لانقاذ حياة طيور نقار الخشب والغرانيق • وان أسباب هذين الموقفين المتعارضين ما بين انفجار وانقراض في أعداد الأنواع ليست هامة فقط من وجهتي النظر العملية والجمالية ، ولكنها تعلمنا دروسـا ربما أمكن تطبيقها على الانفجار السكاني البشرى الحالى ، علما بأن الانسان هو النوع الحى الذى ظل يحتفظ بحجم سكانى مستقر العدد تقريبا حتى عام ١٦٠٠ ميلادية •

بيئة التجمع السكاني متعدد الأنواع :

هى دراسة التجمعات السكانية الحيوية • ويتركب التجمع السكانى الحيوى من جميع الكائنات الحية ذات الأنواع المختلفة التى تعيش فى مساحة معينة • وعلى سبيل المثال فان تجمع حوض البركة المائية بسكانه من النباتات والحيوانات ربما يحتوى على مجموعة معقدة للغـاية من العلاقات الحيوية المتداخلة تعطينا — حين دراستها بالتفصيل — معلومات فائقة القيمة عن سريان الطاقة والعنـاصر الكيماوية خلال الكائنـات الحية ، ومنها أخيرا الى الانسان •

النمط البيئى :

يشـمل كلا من التجمع الحيـوى والبيئة الطبيعية المحيطة به فى مساحة معينة • وتعتبر « صحراء موهافى » التى تقع جنوبى كاليفورنيا مثالا معتدلا لنمط بيئى أرضى يضم أنواعا قليلة من النبـات والحيوان وهو شديد الحرارة أى تسقط عليه كمية كبيرة من أشعة الشمس كما أنه قليل الأمطار السنوية وهى عادة أقل من عشر بوصات •

وعلى النقيض من ذلك فان الغابة الأستوائية التى تتلقى سنويا من الأمطار ما يتراوح من ١٥٠ حتى ٢٠٠ بوصة تعتبر أشد الأنماط البيئية الأرضية تعقيدا حيث يوجد فى الميل المربع الواحد منها آلاف الأنواع من النبات والحيوان ، وسوف يظل كل من النمطين الصحراوى والاستوائى على نفس أحوالهما العامة لمئات من السنوات القادمة ما لم تعتريها تغيرات مناخية أو كوارث طبيعية أو تدخل من الانسان •

هذا علما بأن الحديقة المنزلية أو بستان البرتقال ما هو الا نمط بيئى صناعى تماما يعتمد فى استمرار بقائه على رعاية الانسان • فلماذا تختلف هذه الأنماط التى من صنع الانسان اختلافا كبيرا من حيث استقرار العدد عن الأنماط البيئية الطبيعية ؟ ولماذا هذه الحدائق وبساتين البرتقال مرغوبة أكثر لدى الانسان ؟ ولماذا لا تدوم اذا لم يستمر برعاها؟ اننا سوف نتعرض لبعض الأجابات عن مثل هذه الأسئلة فى الجزء المتبقى من الباب الحالى وفى الباب الثانى من الكتاب •

التطور والنظام فى الانماط البيئية :

ان مكونات النمط البيئى من الكائنات الحية ومن العوامل التى تشكل المحيط الطبيعى الخارجى تنتظم جميها فى نمط مشابه فى أوجه كثيرة لتركيب أى من الكائنات الحية • ان العلاقات المتداخلة بين الأعضاء فى الجسم أو بين المكونات فى النمط البيئى ليست ارتجالية • انها ذات تاريخ محدد من النشوء والتطور ولها توجيهات مكانية محددة ، وأوقات زمنية للعمل ، وتعاقبات متتالية ومحددة للبناء وللطاقة فمن تناول للطعام الى معالجة وهضم ثم تعاد الاستفادة من الجزيئات •

وبهذا فان الأنماط البيئية تتميز بأربعة أنواع رئيسية من النظام والترتيب هى : التطورية والمكانية والزمنية والبنائية •

نظام التطورية :

تعتبر أنواع النبـات والحيوان التى تعيش فى منطقة معينة أنهـا أحدث نواتج التطور العضوى ، لأن كلا منها متكيف أو منضـبط مع المحيط الخارجى المعين الذى يعيش فيه ، وذلك من خلال مراحل طويلة من التكاثر التفاضلى أدت الى ما نسميه تطورا ، وهو التغير فى خصائص النـوع وحتى لدرجة ظهور ونشوء نوع جديد منه • ويعنى التكاثر التفاضـلى ببساطة أن أفضل الأفراد المتكيفة من النـوع تميل الى أن تنجب ذرية أكثر عددا فى المتوسط من تلك التى تنجبهـا غيرها الأقل تكيفا ، ونحن نسمى هذه النتيجة باسم « الانتخـاب الطبيـعى » أو « البقاء للأصلح » •

وحين نعتبر حال التجمع الحيوى بأكمله الموجود فى أحد الأنماط البيئية نرى أن أنواع النبات والحيوان لم تتطور مسـتقلة بعضها عن بعض وأن التركيب النوعى لأحد الأنماط البيئية هو منظم وليس مجرد حشد أو لفيف متنوع من أصناف الكائنات الحية وأن هنـاك تطورا مشتركا لكل المكونات النباتية والحيوانيـة فى النمط البيئى الواحد ، فالتكيفات المتبادلة بين كل الأنواع تحدث عن طريق الانتخاب الطبيعى • وهكذا فان الأجزاء الحيوية من النمط البيئى تشكل فى مجموعها كلا متماسكا متسقا لأنها اقتسمت تاريخا حديثا مشتركا من التطور والتكيف ما بينها وبين العوامل الخارجية المحيطة السائدة فى تلك المساحة أرضية كانت أو مائية •

نظام المكانية :

لا يحتوى النمط البيئى على تصنيفات مختلفة من أنواع متكيفة وليس بينها اتصـال أو أن تكون هـذه الأنواع موزعة مكانيا بطريقة عرضية كيفما اتفق • ان الموضع الذى يشـغله الأفراد محدد بالنسـبة

للأنواع المختلفة . ان كل حيوان أو نبات يعيش فى مكان محدد ربما يكون فى باطن التربة أو فوقها أو على قمم الأشجار أو فى هامات الأزهار أو عند الحواف الضحلة لبركة مائية أو تحت الصخور . ويتحدد الترتيب المكانى بواسطة ما يسمى « المأوى البيئى » لكل نوع . وهو ببساطة عبارة عن طريق للحياة المتميزة لكل نوع . ويشمل تعبير المأوى معنى المرقد الطبيعى أى مكان المعيشة . ومعنى الخطة التكيفية أى حصول النوع على الطاقة وتدبير معاشه . وأن مشكلة تعريف مدرك المأوى ظلت موضع مناقشة طويلة بين المشتغلين بعلم البيئة . ولكنهم يجمعون على أن المأوى هو أكثر من مجرد مكان على صخور قرب سطح الماء مثلا فهو المكان الطبيعى المسكون بواسطة الكائن الحى ، وهو يشمل أيضا أنشطة الكائن الحى .

وغالبا ما يظهر نظام المكانية على هيئة ترتيب طبقى فى النمط البيئى . فالكائنات الحية فى تجمع مائى أو أرضى يبدو أنها مرتبة فى طبقات رأسية . ففى احدى الغابات النفضية مثلا يمكن أن تمر خلال مجموعات تامة الاختلاف من الأنواع النباتية مرتبة فى طبقات ابتداء من التربة الى الطابق السفلى من الخضرة النباتية وحتى أعلى عرش الغابة . ويكون امتداد هذا الترتيب الطبقى أكثر تعقيدا فى حالة الغابات ذات الأمطار الاستوائية حيث تضم عددا أعظم من الأنواع . وحتى التجمعات الحيوانية غالبا ما يكون توزيعها الطبيعى وفقا للترتيب الطبقى وسط مناطق المراعى أو مواقع الأعشاش .

نظام الزمنية :

لا يمتد نشاط الكائنات فى النمط البيئى طوال الأربع وعشرين ساعة . وانما لكل نوع زمن معين لأقصى نشاط يبذله . ويسمح ذلك غالبا لكثير من الأنواع الأخرى بالبقاء حية فى منطقة ما أكثر مما لو

مارست جميع الأنواع أنشطتها فى آن واحد ، أو تداخلت فترات نشاطها . ففى الفترة اليومية تكون الأنشطة الرئيسية للكائن مثل التغذية والحركة مرتبطة بساعات محددة من ساعات اليوم الأربع والعشرين ، وبعض هذه الأنشطة ربما يجرى ليلا وربما يتم بعضها الآخر نهارا . وينقسم اليوم عادة الى فترة ليلية وأخرى نهارية تختص كل منها بأنشطة بعض الكائنات . واذا راعينا مقياسا زمنيا أطول فهناك الفترة القمرية وتتميز بأنشطة كثير من التجمعات البحرية على وجه الخصوص . ونجد الحيوانات والنباتات الميكروسكوبية المسماة بلانكتون تهاجر رأسيا فى أعماق المحيط مستهدية بالقمر . وهناك فترات زمنية أخرى مثل مواسم التكاثر والتزاوج ، وهى أمثلة شائعة للنظام الزمنى فى التجمعات الحيوية . فالأنواع تنتفع ببعض الأوقات من السنة كى تتكاثر خلالها وتكون هذه الأوقات فى حالة الحيوانات هى عادة حينما تجيد كميات وفيرة من الطعام لتربية نسلها .

نظام البنائية :

فى النمط البيئى تجرى تحولات الطاقة والمواد فى مسارات محددة ومنظمة وتدور المواد فيما يعرف باسم الدورات الحيوية جيوكيماوية . ويرجع هذا المصطلح ببساطة الى دوران العناصر الكيماوية خلال الكائنات الحية الموجودة فى تجمع حيوى ، وخلال أوساطهم الطبيعية الخارجية . وتفقد بعض العناصر الكيماوية باستمرار من التجمع ، ومن ثم يقال ان تحولات المادة دورية . وكذلك تتحول الطاقة فى تتابع منتظم خلال الأنماط الحيوية . ومهما كان فان هذا التحول ليس دوريا ، لأن بعض الطاقة يجرى فقده فى كل خطوة وعند نهاية سلسلة التحولات الواحدة . وسوف نبحث هذه المشكلات بتفصيل أكثر فى الباب الثانى . وأن فهم هذه الدورات الطبيعية سوف يجعل من دوران وتراكم بعض المركبات الكيماوية غير الطبيعية مثل المضادات الحشرية أمرا قابلا

للادراك . وحين نفهم العلاقات بين هذه المواد الكيماوية التى من صنع الانسان ، وتتبين الدورات الطبيعية يمكننا أن نقف على مقدار أهميتها لرفاهية الانسان فى حاضره ومستقبله .

الخلاصة :

ان علم البيئة هو الدراسة العلمية للعلاقات المتداخلة بين الكائنات الحية وبين محيطها الخارجى ، أى الدنيا الطبيعية من حولها . ان علم البيئة يصاحب كل جانب من حياتنا ولكنه أصبح موضوعا هاما يستحق الدراسة طالما أخذت تزداد ضخامة أزمة التزايد السكانى الحالى ، وطالما أخذت بيئتنا الخــارجية فى تغيير بعيد المدى بفعل اجــراءات يقوم بها الانسان . وقد ندرس علم البيئة على مستوى الفرد أو الجماعة السكانية أو التجمع السكانى أو النمط البيئى . وتتشــكل الأنماط البيئية من التجمعات الحيوية ومن محيطها الطبيعى الخــارجى وتظهر فيها الأنظمة التطورية المكانية والزمنية والبنائية . وتعتبر مدركات التكاثر التفاضلى أى الانجاب الطبيعى والتطور المشترك والمأوى البيئى والمسكن والخطة التكيفية والترتيب الطبقى وأنواع متعددة من فترات النشاط لازمة لفهم تركيب وأداء الوظائف فى التجمع الحيوى الواحد .

الباب الثانى

بعض المبادئ الأساسية

فى علم البيئة

العناصر والطاقة

تتناول فى هذا الباب بالتفصيل كيف تمر العناصر الكيماوية والطاقة خلال النمط البيئى وأن فهم هذهالدورات الطبيعية باتقان سوف يساعدنا فى فهم بعض المشكلات مثل الكيفية التى تدور بها المبيدات الحشرية فى أحد الأنماط البيئية وتأثيرات التلوث بالزئبق أو المقاييس اللازمة لزيادة الطاقة الناتجة من الطعام للأعداد المتزايدة من الانسان على الأرض .

الدورات الحيوية جيوكيماوية فى الانماط البيئية :

انه من بين الواحد والتسعين عنصرا كيماويا المعروف وجودها فى الطبيعة تحتاج الكائنات الحية الى نحو الأربعين عنصرا منها . انها العناصر اللازمة للمحافظة على الحياة . وتجنح هذه العناصر الى أن يتكرر استخدامها مرات ومرات أى أن يجرى دوران استخدامها فهى تدور فى الغلاف الحيوى ــ والمقصود به جميع الكائنات الحية على الأرض ــ عدة مسارات دورانية تقل أو تكثر وتأخذ مسارها من الوسط المحيط الى الكائنات ، وتعود الى الوسط المحيط مرة أخرى .

وهكذا فان الدورات الحيوية جيوكيماوية تتضمن مسارات العناصر التى تتكرر حركتها بين الصور غير العضوية وبين الجزيئات العضوية ، وتوجد مواقع محتملة فى الوسط المحيط قد تنتهى فيها العناصر الى صورة غير عضوية . ويعتمد معدل الدورة وكمالها على ماهية ذلك الجزء من الوسط المحيط الذى يعمل كمستودع للعنصر . وأن الدورات التى يعاد فيها العنصر الى الوسط المحيط سريعا بمجرد اخراج العنصر بواسطة الكائنات الحية يقال انها دورات أكثر كمالا من تلك التى يحتجز فيها جزء من المادة فى صور كيماوية منيعة صعبة المنال ، أو على هيئة تكوينات جيولوجية لأزمنة ممتدة .

الدورات الغازية :

تعتبر الدورات الغازية أكثر كمالا من غيرها من الدورات الحيوية جيوكيماوية من حيث ان العناصر الدوارة لا تصبح منيعة بالنسبة للكائنات الحية لفترات طويلة ، وهذه الدورات الغازية هي دورات الكربون والنتروجين والأكسجين والأدروجين . وتتحرك هذه العناصر بكميات هائلة مع الغلاف الجوى للأرض لتستخدم كمستودع تخزين غير عضوى رئيسى . وبالرغم من أن العناصر الأربعة التى لها دورات غازية تشكل نسبة ١٠٪ من الأربعين عنصرا ضروريا الا أنها تشكل تركيب نحو ٩٧,٢٪ من جملة مقدار البروتوبلازم أو المادة الحية وتعتبر أكثر العناصر سهولة فى الدوران . وسوف نفحص اثنتين من هذه الدورات باختصار .

دورة الكربون :

هى مثال جيد لدورة كاملة . ويشكل غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الغلاف الجوى والذائب فى الماء المستودع غير العضوى الرئيسى للكربون. وتعمل تفاعلات التمثيل الضوئى فى النباتات الخضراء على اندماج ثانى أكسيد الكربون من الجو مع الماء من التربة . ويتم من خلال سلسلة من اعادة الترتيب الكيماوية انتاج مركبات عضوية تسمى كربوأيدرات تحتوى على ذرات الكربون بصفتها العمود الفقرى الجزئى الأساسى لها . واذا مات النبات الأخضر فان هذه المركبات العضوية تتفكك بفعل كائنات الانحلال مثل البكتريا . وينتج من تنفس كائنات الانحلال خروج عادم غاز ثانى أكسيد الكربون فى الحال الى المستودع الجوى . واذا كان النبات الأخضر قد تغذت عليه الحيوانات آكلة العشب أو الحيوانات القوارت التى تأكل كل شيء نباتى أو حيوانى فان الكربوأيدرات وغيرها من التى تحتوى على جزئيات الكربون من النبات سوف تتفكك فى الجهاز الهضمى للحيوان وخلايا جسمه ثم يعاد

تكوينها أخيرا الى مركبات كربونية مغايرة • وســوف تؤدى التغذية الدائمة على لحوم هذه الحيوانات الى تفكيك وتمثيل المركبات واعادة اســتخدام ذرات الكربون فى جزيئــات عضوية جديدة وأخيرا يعمــل التنفس فى هذه الخلايا الحيوانية على خروج الكربون الناتج من التنفس فى صورة ثانى أكسيد كربون • وبالتعاقب تتفكك كائنــات الانحلال الجزيئات العضوية الخلوية بمجــرد وفاة الحيوان فيخرج ثانى أكسيد الكربون الى الجو • وتحت ظروف معينة خلال الأحقاب الماضية التى قسم اليها الزمن الجيولوجى على أساس الشواهد الحفرية فى الصخور فان الكربون الموجود فى النباتات والحيوانات اختزن فى أنواع الوقود الحفرى مثل القار والفحم والنفط والغــازات الطبيعية وفى تكوينــات صخرية مثل الحجر الجيرى • ويعوود الكربون الى الجو بفعل حرق مســتودعات الوقــود المؤقتــة وبفعل نحت صخور الحجــر الجيرى بالتقلبات الجوية •

وان لكل جــزء من دورة الكربون أهميتــه فاذا هلكت النبــاتات الخضراء يصبح الكربون غير مستطيع الخروج من المستودع الجوى غير العضوى لثانى أكسيد الكربون الى المركبات العضوية فى البروتوبلازم• واذا قضى على كائنات الانحلال فى تجمع حيوى ما فان المادة العضوية المتخلفة من موت النباتات والحيــوانات تراكم بسرعة ، ويمتنع خروج ذرات الكربون الحيوية فتتحطم الدورة الكربونية •

دورة النتروجين :

هى دورة غازية أخرى أشد تعقيدا ولكنها تقريبا كاملة • ان نحو ٧٨٪ من الغــلاف الجوى هو غاز نتروجين ورمزه الكيماوى (ن ٢) ويعتبر أكبر مســـــتودع غازى لعنصر ما • ويعتبر النتروجين وهو فى صورته الغازية عديم النفع لمعظم الكائنات • ومهما كان فان أنواعا معينة

من البكتريا والطحالب المختصة بتثبيت النتروجين والتى توجد فى التربة والأماكن الرطبة يمكنها تحويل النتروجين غير العضـوى الى صـور أخصها النترات تصلح لاستخدام النبات فى الحـال . ويعيش كثير من هذه البكتريا المثبتة للنتروجين فى رباط من الألفة مع النبـاتات البقولية أفراد العائلة البازلائية ومنها نبات الفول والحمص حيث توجد البكتريا فى عقد صغيرة على جذور نبات البرسيم ، ونبات البرسيم الحجازى أو الحلفا . ويلاحظ أن المعنى الكيماوى للكلمة تثبيت هو تكوين صورة صلبة من صورة غازية . وتعمل البكتريا العقدية على تثبيت النتروجين من الجو بجعله يتحد مع الأكسجين فى صـورة نترات (ن أ $_٣$) يمكن للنبات العائل أى الملتصـقة به البكتريا أن يمتص النترات من خـلال أنسجة جذوره ليعمل على تركيبها كيماويا فى صـورة بروتينات ، وقد أمكن تقدير أن الغلاف الجوى بأكمله أى بجميع كائنـاته الحية يأتيه النتروجين عن طريق التثبيت من الهواء الجوى بمعدل يتراوح من واحد الى ستة أرطال لكل آيكر * لكل سنة .

أما فى الأراضى الخصبة التى تزداد فيها كثافة الزراعات البقولية وبالتالى تزيد البكتريا العقدية فانه قد يصـل معـدل تثبيت النتروجين الى ٢٠٠ رطل لكل آيكر . وهناك فى المياه والتربة الرطبة مثـل حقول الأرز الشرقى فان نوع الطحالب الخضراء المائلة الى الزرقة تقوم غالبـا بتأدية الوظيفة الهامة الخاصة بتثبيت النتروجين الجوى ، وتؤدى اضافة زريعات الطحالب الى حقول الأرز الى زيادة محاصيل هذا الأرز .

(*) ايكر هو وحدة مساحة اراضى تبلغ ٤٠٤١,٤ مترا مربعا اى نحو ٠,٩٦ من الفدان .

(المرتجم)

وفى داخل أنسجة النبات الذى تمتص جذوره النترات فان ذرات النتروجين تستخدم بشكل رئيسى فى تركيب الأحماض الأمينية التى تبنى منها البروتينات . ويتلو ذلك الكثير من التغيرات الأخرى اذا ما مرت جزيئات البروتين النباتى خلال الأجهزة الهضمية وخلايا أجسام الحيوانات آكلة العشب ، التى حين تؤكل تمر هى الأخرى داخل أجسام الحيوانات آكلة اللحوم . وحين يموت النبات أو الحيوان تعمل بكتريا الانحلال والفطريات على تعفن الجسم بحيث يجرى تفكيك الأحماض الأمينية التى تحتوى على النتروجين ، ويتصاعد غاز النوشادر (ن يد ٣) . وتستطيع بكتريا النتريت تحويل هذا النوشادر السام الى جزيئات نتريت بسيط (ن أ ٢) وتوجد غيرها بكتريا النترات تستطيع اضافة ذرة أكسجين ثالثة الى جزىء النتريت فيتحول الى نترات ، وعند هذه النقطة نكون قد قطعنا دورة كاملة لأن النباتات فى المنطقة تكون بذلك قد حصلت مرة ثانية على صورة مفيدة من النتروجين . وربما ينتزع النتروجين من النترات فى التربة بواسطة بكتريا الدنترة ، أى التفكك النتروجينى ، ويعود النتروجين الى المستودع الجوى ومن هناك يمكن سحبه ثانية اما بواسطة بكتريا التثبيت النتروجينى أو عن طريق التكهرب بالبرق . وفى هذه الحالة الأخيرة فان طاقة صاعقة البرق المارة خلال الغلاف الجوى تعمل على ربط النتروجين والأكسجين معا فى صورة نترات يلقى بها على سطح التربة من الجو فى أثناء العواصف الكهربية .

وهكذا فان الهواء الجوى هو أعظم مستودع وصمام الأمان للنظام . ويستمر دخول النتروجين فى الجو بفعل بكتريا الدنترة . وتستمر عودة النتروجين الى الدورة عن طريق فعل بكتريا التثبيت النتروجينى أو الطحالب الخضراء المزرقة وبفعل البرق . ويحدث الفقد من الدورة على مستوى النترات عن طريق تفتت التربة وترويقها

بماء المطر الذى يغسل النترات ويدفعها الى الأنهار التى تصب أخيرا فى أحواض المحيطات • وهنا ربما أمكن اعادتها فورا الى الأنماط البيئية الأرضية اذا كانت الطيور أو الأسماك البحرية التى تعود الى الأرض أو يجلبها الانسان قد تغذت على كائنات استفادت من النترات التى توجد على الرواسب الضحلة قرب الشواطىء البحرية • وان هذه النترات الموجودة اذا لم تمتصها النباتات الميكروسكوبية الطافية المسماة « بلانكتون » أو أية نباتات بحرية أخرى فانها تفقد تدريجيا داخل رواسب بحرية أعمق بحيث لا تعود الى الدخول فى دورة النتروجين الا حين رفع الطبقة الجيولوجية التى تحتوى على مراقد هذه الرواسب •

الدورات الرسوبية :

يقال للدورات الرسوبية انها غير كاملة لأن العناصر المكونة لها تنتهى داخل صخور رسوبية ، وهى مستودع تجرى اعادة العنصر منه ببطء • وقد رأينا أن عناصر الكربون والنتروجين والأكسجين والأدروجين التى تشكل نحو ٩٧,٢٪ من جملة البروتوبلازم تدور بسهولة تامة لأن المستودع الرئيسى فى مثل دورات هذه العناصر هو الصورة الغازية للغلاف الجوى • وان باقى عدد الـ ٣٦ عنصرا التى تشكل ٢,٨٪ من أنسجة النبات والحيوان تميل بالمعنى الحرفى للكلمة الى النزول لأسفل فى الأنماط البيئية الأرضية • ومتى حدث انتزاعها بفعل التآكل وغيره من وسائل النقل الى أسفل فان هذه العناصر لايكون لها من سبيل جاهز لاعادتها ، ومن ثم تمتد دوراتها عبر فترات عصور طويلة من الزمن الجيولوجى •

دورة الفوسفور :

هي مثال ممتاز للدورة الرسوبية ، ويعتبر الفوسفور عنصرا ضروريا في مادة الوراثة المسماة د• ن• أ• وفى غيرها من الجزيئات الخلوية الحيوية ، وفى تركيب العظام فى الحيوانات الفقارية • وان المستودع الرئيسي للدورة هو صخور الفوسفات التى تكونت فى أزمنة جيولوجية بعيدة ولو أن رواسب الاخراج أو ذرق الطيور البحرية آكلة الأسماك ورواسب العظام الحفرية تعتبر موردا هاما للفوسفات فى بعض المناطق من الدنيا • ويعمل التآكل بفعل مياه الأمطار واندفاع تيارات المياه على اذابة الفوسفات من مصادر هذه المستودعات ، وتتشكل منها بركة فوسفورية فى التربة • وذلك مما يجعل الفوسفور متاحا للنباتات التى تمتصه من خلال جذورها لاستخدامه فى عمليات التركيب والبناء الخلوى • وتحصل الحيوانات على الفوسفور من النباتات ، وحين تموت الحيوانات من خلال الاخراج الطبيعي للفضلات من الجسم يعود الفوسفور الى البركة الفوسفورية الذائبة •

ومهما كان فانه فى الحالة الذائبة يفقد كثير من الفوسفور بالنقل نزولا الى أسفل داخل الرواسب البحرية الضحلة • وتجرى اعادة بعض هذا الفوسفور الى الأرض بواسطة الطيور البحرية التى تخرج ذرقها (أى برازها) على الشواطيء ، وبواسطة الأسماك المهاجرة مثل سمك السالمون وسمك رأس الصلب وهى تنقل الفوسفور محمولا داخل عظامها بعيدا الى الأنهار الداخلية حين عودتها مهاجرة من المحيطات والبحار الى المياه العذبة • وان هذه الطيور والأسماك الكبيرة المفترسة عد تغذت على أسماك صغيرة وغيرها من الكائنات البحرية التى تكون قد تغذت بدورها على البلانكتون الميكروسكوبى • وهذه البلانكتون تكتسب الفوسفور داخل أجسامها من الرواسب الساحلية الضحلة ؛ ومن مياه مصاب الأنهار حيث توجد عادة • ولكن غالبية مركبات

الفوسفات تنقل وتفقد فى الرواسب البحرية العميقة بفعل تيارات المــاء السفلية ، وبفعل الانخسافات أو الانهيارات الجيولوجية ولا تعود ثانية الى المستودعات الأرضية الا حين حدوث اضطرابات تظهر معها التقببات أو النشوءات الجيولوجية الرئيســية بعد ملايين الســنين • وأن نقص ضوء الشمس اللازم للتمثيل الضــوئى فى أعماق المحيطات ، وانخفاض درجات الحرارة والضغط العالى تمنع جميعها نمو البلانكتون • وهكذا فان الفوسفور عند قاع المحيطات العميقة لا يعود الى الدورة ببســاطة قبــل أن تغطيــه طبقــات رســوبية اضافية ويفقد بالنســبة لدنيــا الكائنات الحية •

ويبدو لكثير من المختصين أن الوسائل الحالة لاعادة الفوســفور الى الدورة قد لا تكون مناسبةفلا توجد فى كثير من الدنيــا وســائل جارية شاملة لرفع الرواسب ، كما أن وظيفة النقل التى سبق أن كانت تقوم بها أعداد ضخمة من الطيور البحرية ليست اليوم متسعة كما كانت عليه فى الماضى نظرا لاســتنزاف كثير من أعدادها • ويمتلك الانســان كميات وفيرة من الفوسفات الموجودة داخل التربة الأرضــية ، وعلى الأخص فى وســط فلوريدا ، ولكن الاســتخدام المفــرط لهذه المواد الفوسفورية كأسمدة طبيعية يسبب خســارة سريعة عن طريق التفتيت وتآكل ســطح التربة ، ومن ثم ينقــص من التــأثير الدورى على المدى البعيد •

كيف يمكن للانسان تغيير الدورات الحيوية جيوكيماوية :

ربما نظن أن أنشطة الانسان ذات تأثير قليل على دوران العناصر الجســيم فى جميع أنحاء الدنيــا كما هو حادث فى الدورات الحيوية جيوكيماوية التى سبق تناولها بالحديث • وكان هذا يبدو صحيحا حتى وقت قريب • وقد صنع الانســان القليل من أجل تغيير الدورات عدا

ما هو على المستوى المحلى . فنجد أن قطع الغابات وازالتها تعمل على خفض معدل دوران الكربون أو النتروجين ، وأنه تتم زراعة المحاصيل البقولية فى مناوبات متعاقبة مع محاصيل ذات قيمة تجارية أكبر مثل القمح أوالقطن وذلك للاحتفاظ بمستويات النتروجين فى التربة الزراعية.

ومهما كان فسوف تتحقق فيما يلى من أن التأثيرات طويلة المدى على هذا الدوران البالغ الجسامة بشكل يكاد يفوق التصور ربما تحدث بكيفيات لم نكن نتوقعها . ونجد أول مثال لتغيير الانسان لدورة حيوية جيوكيماوية رئيسية هو فى حالة دورة الكربون .

من المعتاد أن تكون كمية ثانى أكسيد الكربون الموجودة فى الغلاف الجوى متوازنة مع ثانى أكسيد الكربون الذائب فى المياه العذبة والمالحة . وتتسارى حركة الغاز بالانتشار من المستودع الجوى الى المستودعات المائية مع معدل انتشار ثانى أكسيد الكربون العائد الى الجو من الماء ، وتتولد المركبات الكربوادراتية من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو أو فى الماء بواسطة تداخل ضوء الشمس وجزيئات الكلورفيل الأخضر فى أثناء عملية التمثيل الضوئى . ومرة أخرى تكون كمية الكربون المقيدة داخل البروتوبلازم بهذه الكيفية فى توازن ديناميكى مع ثانى أكسيد الكربون فى حالته الموجود عليها فى المستودع الغازى . ولكن طوال عدة المئات من الأعوام الماضية أخذ الانسان يحرق أنواع الوقود المستمد من الحفريات مثل الفحم وزيت النفط بمعدلات متزايدة الارتفاع . وأصبحنا نضيف حاليا نحوا من ستة الى تسعة آلاف بل ملايين الأطنان من عنصر الكربون كل عام الى الغلاف الجوى عن طريق حرق أنواع الوقود الحفرى . وليس من المستغرب

كثيرا أن يؤدى هذا الى تغيير تركيب الغلاف الجوى للأرض • وعلينا أن نلقى نظرة الى البيانات التالية المجموعة عن تركيب الغلاف الجوى منذ عام ١٨٦٠ وهى على النحو التالى :

العام الذى جرى فيه التقدير	محتوى ثانى أكسيد الكربون فى الجو (بالجزء لكل مليون)
١٨٦٠	٢٨٣
١٩٠٠	٢٩٠
١٩٦٠	٣٣٠

ففى خلال مائة عام أخذ تركيز ثانى أكسيد الكربون فى التزايد بمتوسط ٤٧ جزيئا لكل مليون من الجزيئات الكلية فى الجو • ونحن بوجه عام نحرق ما بين ستة وتسعين بلايين طن من أنواع الوقود المستمد من الحفريات كل عام ، وهو ما يكفى لزيادة كمية ثانى أكسيد الكربون فى الجو بمقدار ٢,٣ جزء لكل مليون كل عام • ومهما كان فاننا لانسجل من هذه الزيادة سوى نحو ٠,٧ جزء لكل مليون كل عام مما يدل على أن نحو ثلثى كمية ثانى أكسيد الكربون المنطلقة من أنواع الوقود الحفرى تذوب فى مياه البحار ، أو أنها تعمل على زيادة الكتلة الحيوية النباتية ، أى الوزن الحى للنباتات الكلية •

وأنه حتى مع هذه الزيادة العظيمة يمكنك القول بأن ثانى أكسيد الكربون لا يزال يمثل فقط ٠,٣٠٪ من كتلة الغلاف الجوى • والى جانب ذلك فان كميات أخرى من ثانى أكسيد الكربون تعمل بكل تأكيد على زيادة معدل التمثيل الضوئى فى النباتات الخضراء التى تعمل بدورها سريعة على انتاج كميات أكثر نفعا من الأكسجين • ومهما كان فان كمية

ثانى أكسيد الكربون فى الجو هامة بشكل خطير فى المحافظة على درجة حراراة الأرض . وأن ثانى أكسيد الكربون بجانب بخار الماء فى الغلاف الجوى هو شبه منفذ للاشعاع الكهرومغناطيسى للشمس فى حدود الأطوال الموجية للطيف الضوئى المنظور وليس للأطوال الموجية تحت الحمراء الأكثر طولا . وحين تدفىء الطاقة الشمسية « التى هى الضوء » سطح الأرض كل يوم ، فان الأشعة تحت الحمراء « التى هى حرارة » تنبعث عائدة من الغلاف الأرضى الى الجو . ولكن ثانى أكسيد الكربون وقطرات الماء لا تسمح لهذه الأطوال الموجية تحت الحمراء بالهرب مسببة بذلك ما يسمى « تأثير الصوبة الزجاجية » على درجة حرارة الأرض . ففى الصوبة يسمح السطح الزجاجى بدخول الضوء المنظور ، ولكنه يحتجز الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من السطح والنباتات التى داخل الصوبة مسببا الارتفاع فى درجة الحرارة . وفى خلال المائة عام الأخيرة كان هناك ارتفاع فى متوسط درجة حرارة الأرض بمقدار ١٫٨ درجة فهرنهيتية أى ما يعادل درجة مئوية واحدة . وترتبط هذه الزيادة مؤكدا بتزايد كمية ثانى أكسيد الكربون فى الجو . واذا استمر هذا التصاعد فى درجة الحرارة يمكن له أن يؤدى الى انصهار الغطاء الجليدى عند قطبى الأرض فيزيد بعنف من مستوى سطح مياه البحار الى نحو ٣٣٠ قدما أعلى من مستوياتها الحالية . ويعنى مثل ذلك أن ولاية فلوريدا الأمريكية ومعظم المناطق الساحلية فى الدنيا تغرق تماما . ويشير هذا التنبؤ عن تأثير البيئة الى توضيح أهمية تغيير مصادر الطاقة من محطات توليد كهربية تعمل بحرق أنواع الوقود الحفرى الى محطات ذرية تستخدم طاقة الانشطار أو طاقة الاندماج النووى وذلك بشرط أنه يمكن التحكم تماما فى أية مشكلات بيئية ترتبط بسير تشغيل هذه العمليات النووية .

سريان الطاقة فى الأنماط البيئية :

قوانين الديناميكا الحرارية :

تتحول الطاقة فى الأنماط البيئية فى تعاقب نظامى ، ولكن سريان الطاقة يكون فى اتجـاه واحد وليس دائريا • فالمواد وحدها هى التى تدور • ويجرى فقد بعض من الطاقة النافعة مثل الحرارة فى كل خطوة من سلسلة الأحداث •

وهناك قانونان وصفيان طبيعيان يسـتخدمان فى هـذا الموقف • وهما القانونان الأول والثانى فى الديناميكا الحرارية •

القانون الأول للديناميكا الحرارية :

يتناول القانون بقاء المـادة والطاقة وينص على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكنها فقط تتغير من صورة لأخرى ، ومثال ذلك طاقة الضوء المنظور فهى يمكن تغييرها بواسطة عملية التمثيـل الضوئى فى النباتات الخضراء الى طاقة كيماوية فى صورة روابط كيماوية داخـل جزىء سكر الجلوكوز • وحين يستخدم النبات مؤخرا هذا الجزىء من الجلوكوز من أجل التغذية بتكسـيره فى عملية التنفس الخلوى ، فان الطاقة الكيماوية الموجودة فى الروابط الجزيئية تنطلق فى صورة حرارة فتكون هى الصورة الثالثة لتحول الطاقة فى هذا المثال •

ومن الملاحظ أن احدى صور الطاقة الضوئية وهى الأشعة تحت الحمراء يمكن أن تظهر فى صورة طاقة حرارية أيضا وتستمر الطاقة دون أن تفنى أبدا ، ولكنها فقط تتحول أو تتغير من صورة لأخرى •

القانون الثانى للديناميكا الحرارية :

ينص القانون على أن بعض الطاقة النافعة وهى الطاقة المتاحة لأداء الشغل تتبدل الى طاقة حرارية عند كل تحول للطاقة • وتهـرب هذه الطاقة الحرارية الى الوسط المحيط الخارجى • وأنك حين تدفع صندوقا لينزلق على أرضية الحجرة فان بعضا من الشـغل الذى تبذله فى دفع الصندوق يذهب فى صـورة طاقة حرارية بفعـل الاحتكاك • وبنفس الكيفية حين تستخدم الطاقة المخزونة فى الخلايا العضلية لتكمش عضلات ذراعك يضيع بعض الطاقة النافعة فى صورة حرارة بدنية من سطح جلد الذراع • وبمعنى آخر فان تحولات الطاقة فى المجالات الحيوية والطبيعية هى أقل من أن تكون ذات كفاءة كاملة بنسبة مائة فى المائة • ونظرا لأن الطاقة الحرارية لا تستخدم بسهولة فى عمل شغل فانه يلزم تزويد الجهاز الحيوى من خارج الكائن بمزيد من الطاقة لتعويض الخسارة الجسيمة فى الطاقة التى تضيع على صـورة حرارة • وفى الحقيقة فان الكون فى مجموعه يسير نحو الاضمحلال حيث يسعى للوصـول الى حالة أقصى طاقة متاحة وهى حالة من الفوضى العشوائية تتحول فيها كل الطاقة الى طاقة حرارية عند درجة حرارة منتظمة • وينبغى على الكائنات الحية من أجل أن تستمر فى أداء وظائفها أن تتلقى كميات جديدة من الطاقة داخل النمط البيئى • وأخيرا فان هذه الطاقة تأتى من خارج كوكب الأرض فى صورة طاقة ضوئية من الشمس • ويمكن توضيح مرور الطاقة خلال نمط بيئى على النحو التالى :

طاقة ضوئية من الشمس ← تمثيل ضوئى ← نباتات ← حيوانات أكلة العشب ← حيوانات أكلة اللحوم
(حرارة) (حرارة) (حرارة)

ان الطاقة تنحاز باستمرار الى النمط البيئى عن طريق الاشعاع الشمسى • وتحول النباتات هذه الطاقة الضوئية الى طاقة ربط كيماوى خلال عملية التمثيل الضوئى ، ولكن كثيرا من الطاقة الأصلية يضيع فى صورة حرارة • وحين تأكل الحيوانات العشبية النباتات تتكسر هذه الروابط الكيماوية ويعاد بعدها تشكيلها فى صورة روابط جزيئية داخل خلايا الحيوانات • ويضيع مزيد من الطاقة فى هذه المرحلة أيضا • وحين تأكل الضوارى آكلات العشب يتوالى تعاقب آخر من التكسير واعادة التشكيل للروابط الكيماوية ويهرب مزيد من الطاقة بدون أن تستخدمه آكلات اللحوم •

وبمعرفة هذه القواعد لتحول الطاقة فكيف يمكننا أن نصف بشكل مؤكد سريان الطاقة بين الأنواع المكونة للنمط البيئى ؟

ان أبسط صورة لهذا السريان أو التدفق هى من خلال ما نسميه سلسلة الطعام أو السلسلة الغذائية •

مدرك السلسلة الغذائية :

تعنى السلسلة ببساطة تحويل طاقة الطعام المستمدة من مصدر ما عن طريق سلسلة من الأنواع يأكل فيها كل نوع الذى يسبقه فى السلسلة • وتبدأ دائما هذه السلسلة الخاصة بالذى يأكل والذى يؤكل ، بالنباتات الخضراء التى تتلقى طاقتها من الشمس • وان أبسط سلسلة غذائية هى كالآتى :

أعشاب ← بقرة ← **انسان**

طاقة حرارية مفقودة — حرارة

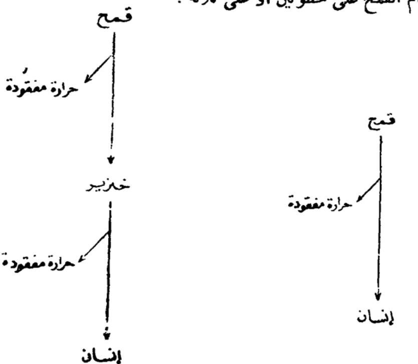
وفى كل تحول فان نسبة كبيرة من الطاقة الكامنة الموجودة فى الروابط الكيماوية لأنواع الطعام تضيع فى صورة حرارة • ويؤدى

هذا الى تحديد عدد الخطوات فى السلسلة الغذائيــة عادة الى أربع أو خمس خطوات . ومثلا فى النمط البيئى المــائى الموجــود فى منطقــة سلفرسبرنجز بولاية فلوريدا ، نجــد أن أطول السلاســل الغذائيــة الطبيعية هى :

طحالب (نباتات خضراء ميكروسكوبية) ← يرقات الهاموش (ذباب) ← شلباية (سمك) ← ذئب البحر (سمك مفترس)

وســوف نرى فيما بعــد وبشىء أكثر من التفصيل كيف أن كمية الطاقة عند كل خطوة تحدد عدد حلقات هذه السلسلة .

وان الصفة الأخيرة للســلاسل هى أنه كلمــا قصرت السلسلة أى اقترب الكائن من بداية السلسلة ازدادت الطاقة المتاحة التى تتحول الى كتلة حيــوية أى الى زيادة فى الوزن الحى ويســتفاد منهــا فى التنفس الخلوى . وهناك المثال الآتى لسلسلة غذائية يستفيد فيها الانســان من طعام القمح على خطوتين أو على ثلاثة :



ففى حالة الخطوتين تكون هنـــاك كمية أكثر من الطـــاقة الكامنة المتاحة فى الأصل من كل رطل من القمح يصل الى الانسان عندما يطعم القمح مباشرة اذا ما قورنت بالطاقة التى يحصـــل عليها فى حالة الثلاث خطوات عند ما تطعم الخنازير القمح ثم يطعم الانسان لحم الخنزير .

وحسب المعتاد فانه يغلب على تصورنا للسلاســل الغذائية نوعها الافتراسى حيث تؤكل الكائنات الأصغر بواسطة الكائنات الأكبر ، وهذه تؤكل بدورها بواسطة أنواع أكبر منهـــا . وتتضمن بعض السلاســل الغذائية كائنات أكبر تؤكل بواسطة أنواع أصغر وهذه تسمى سلاسل غذائيـــة طفيلية ، ومثـــال ذلك أنه تؤكل الغزالة من الداخل بواسطة الديدان الأسطوانية ومن الخارج بواسطة حشرة القراد ، كما أن الانسان تتغذى على دمه طفيليات الملاريا .

ويوجد اصطلاح ثالث هو السلاســـل الرمية حيث تؤكل المـــادة العضوية للرمم الميتة بواســـطة الفطريات ، مثـــل عيش الغراب وأخيرا البكتريا . وتعتبر الرميات أنها نباتات تطعم المادة الميتة أوالتالفة المتهرئة.

واذا كان لدينا نسق واحد فقط من سلاسل غذائية معزولة تتعامل معه فى الطبيعة لأصـــبح تحول الطاقة فى نمط بيئى أمرا ســـهلا حقا . ومهما كان فنحن نجد فى أى تجمع حيوى أن هذه السلاسل الغذائيـــة منغلقة من الداخـــل فى أنموذج معقد من العـــلاقات الغذائيـــة نسميه النسج الغذائى .

مدرك النسج الغذائى :

هو بنشـــاطة المجمـــوع الكلى للعلاقات الغـــذائية فى واحد من التجمعات الحيوية . ومع الكثير من السلاسل الغذائية المنغلقة فيما بينها فان التجمع سوف يبقى متوازنا مستقرا حتى ولو تغيرت واحدة أو أكثر

من هذه العلاقات . فمثـلا فى سلفر سـبرنجز نرى أن أحد الأنواع الغـذائية وهو سمك الشلباية الذى يأكله ذئب البحر اذا ندر أو غاب بفعل شدة افتراس كائن آخر له أو بفعل الهجرة الموسمية خارج المنطقة فان سمك ذئب البحر يضطر الى مغادرة المنطقة أو أن يرغم على الموت . اذ أنه يمكنه الغـذاء بأنواع أخرى مثـل سمك البورى ويرقات ذبابة قادس والخنافس المـائية ، وهى فى نفس الوقت القيمة الغذائيـة التى لسمك الشلباية . ومن الواضح حينئذ أن النسج الغذائى يمثل عنصرا قويا للاستقرار فى النمط البيئى . وكلمـا تضمن النظام مكونات أكثر ازداد استقرارا .

المستوى الغذائى :

يقال لجميع الكائنات التى تقتسم نفس المصور العام للتغذية انها على نفس المستوى الغذائى ، ويدل هذا المدرك على أن هذه الكائنات تحصل على الطعام من خلال نفس العدد من الخطوات من النباتات فى سلسلة غذائية . وان أول مستوى غذائى فى الأنماط البيئية هو مستوى المنتجين ، أى الكائنات التى تقوم بالتمثيـل الضـوئى فتحول الطاقة الضوئية الآتية من الشمس الى طاقة ربط كيماوى ، وهذه الكائنـات بمعنى آخر هى النباتات الخضراء . وان ثانى مستوى غذائى هو مستوى الحيوانات آكلة العشب ، ونظرا لأنها أول مستوى من الكائنات يتغذى على غيره من الكائنات ، فان مستواها يسمى أحيانا المستوى الغـذائى الاستهلاكى الأول. وتعتبر الحيوانات آكلة اللحوم هى المستوى الغذائى الثالث ، حيث تتغذى على آكلات العشب أو تسمى بالطبع المسـتوى الغذائى الاستهلاكى الثانوى . أما الحيوانات آكلة اللحوم العليا والتى تتغذى على غيرها من آكلات اللحوم ، فانها تمثـل المستويين الغذائيين الرابع وأحيانا الخامس وهما يعنيان المسـتويين الاستهلاكيين الثـالث

والرابع . أما كائنات الانحلال فهى التى تتغذى على المواد العضوية الميتة ، وهى تستهلك النباتات والحيوانات من كافة المستويات الغذائية . وهى تلعب الدور الأدائى فى تفكيك الأجسام النباتية والحيوانية الميتة مختزلة اياها فى النهاية الى مواد ترابية غير عضوية . ويؤدى فعلها التفكيكى الى سقوط جذوع أشجار ضخمة مثل الصنوبر . ونجد أن نوع الحشرات الحفارة الكبيرة مثل الخنافس تبدأ التفكيك الكلى للبناء الخشبى فى جذع الشجرة ويتبعها نوع نمل النجار وأخيرا يجد نوع النمل الأبيض أن الخشب المفكك صالح ليشق فيه قنواته ويلتهم مكوناته وتنمو الفطريات على المادة الخشبية الرطبة . وأخيرا تؤدى البكتريا وظائفها الانحلالية النهائية وتتحول كل المادة الى جزيئات عضوية يمكنها أن تذوب فى التربة .

ومن المحتمل أنه يتضح للقارىء مما سبق أن النوع يمكنه أن يشغل أكثر من مستوى غذائى واحد . فالانسان يفعلها يوميا فى جميع أنحاء الدنيا حين يأكل اللحوم والحبوب فى آن واحد . وأن الدب يتغذى على المواد النباتية مثل التوت والجذور ؛ وهى من مستوى المنتجين وقد يقبض بعدها على فريسة حيوانية من الفيران أو من السنجاب ، وهى من مستوى آكلات العشب ؛ فهذا الدب هو فى المستويين الغذائيين الثانى والثالث فى آن واحد .

ونعود مرة أخرى الى مشكلتنا الأصلية عن تحول الطاقة وربما نتساءل الآن ما هو أنموذج سريان الطاقة فى أحد الأنماط البيئية معبرا عنه بهذه المستويات الغذائية ؟ ان المشاهدة العامة التى يمكن أن نجريها فى كل نمط بيئى هى أنه من بين الكميات الهائلة من الطاقة الشمسية الساقطة على منطقة ما كل عام لا يوجد سوى كسر ضئيل من الطاقة الضوئية هو الذى يستفاد به فعلا بواسطة النباتت والحيوانات التى

تعيش فى هذه المنطقة ، وأنه فى المتوسط لدى جميع الأنماط البيئية فى انحاء الدنيا تضيع نسبة ٩٨٪ من الطاقة الضوئية المتاحة ، ولا يستفاد بغير أقل من نسبة ٢٪ تقتنصها النباتات وتختزنها فى صـورة طاقة ربط كيماوى . وعند أى تحول تالى بين مستويات غذائية يضيع مزيد من الطاقة عن طريق التنفس والحرارة ، ويحـدث هذا فى الأنماط البيئية المائية فضلا عن الأنظمة الأرضية ، وتوضح القواعد الثـابتة التى تعبر عنها قوانين الديناميكا الحرارية أن النباتات والحيوانات ببسـاطة غير قادرة على الاستفادة من كافة الطاقة المتاحة لهـا . ويمكن تلخيص هذا الأنموذج العام بكيفية كمية عن طريق حسـاب الكفاءات البيئية لهذه المستويات الغذائية الأمر الذى سوف نتناوله حاليا .

الحساب الكمى لسريان الطاقة فى الأنماط البيئية :

اننا نود أن نستطيع التحديد فى أى الأنماط البيئية سـواء كان حقلا زراعيا للمحاصيل أو غابة جبلية ما هو مقـدار ما يسـتخدمه كل مستوى غذائى من كميات الطعام ؟ وبمعنى آخر ما مقدار كفاءة مستوى غذائى معين فى استغلاله للكمية الكلية من الطعام المتاح له ؟

وان هذا هو نوع عملى للغاية من التساؤلات البيئية ، لأننـا متى عرفنا مقدار كفاءة أحد المستويات فى بيئة معينة وليكن ذلك هو نبات القمح فى أحد حقول ولاية ايوا فى الغـرب الأوسـط للولايات المتحدة فاننا ربما نستطيع تناول البيئة بكيفيات معينة بحيث تزداد تلك الكفاءة من أجل المنفعة النهائية للانسان .

الكفاءات البيئية :

يتم حسـابها على أنها النسب بين سريان الطاقة عند نقط مختلفة بطول السلسلة الغذائية . وقد أجرى أحد المشتغلين بعلم البيئة واسمه هوارد أدوم دراسة علمية للنمط البيئى فى سلفر سبرنجز بولاية فلوريدا ،

حيث قام بقياس عدد وحدات الطاقة المقتنصة بواسطة كل مستوى غذائى طول عام كامل • ووجد أدوم أنه عند هذا الموقع وخط العـرض المعين كانت تتساقط طاقة من الشمس مقدارها مليون وسبعمائة ألف كيلو سعر على كل متر مربع فى سلفر سـبرنجز طوال ٣٦٥ يوما وهى أيام العـام الواحد • ويلاحظ أن وحدة الكيلو سعر تمثل كمية الحـرارة اللازمة عند ضغط واحد جو عند سطح البحر لرفع درجة حرارة ألف جرام من الماء درجة مئوية واحدة • ولم يكن يقتنص من هذه الطاقة بواسـطة مستوى المنتجين أى النباتات الخضراء عن طريق التمثيل الضوئى سوى (٢٠٨١٠ كيلو سعر) فى المتر المربع الواحد كل عام • أى أنهـا كانت نسبة أقل من ٢٪ من الطاقة الشمسية المتـاحة هى فقط التى تقتنص بواسطة جزيئات مادة الكلورفيل أى اليخضـور النباتى ، وذلك على حسب تعريفنـا السـابق للكفاءة البيئية للمسـتوى المنتج ، أى نسبة $\frac{٢٠ ٨١٠}{١٧٠٠ ٠٠٠}$ وطوال العام استهلكت الحيوانات آكلة العشب واستفادت من نحو ٣٣٦٨ كيلو سعر من بين كمية ٢٠٨١٠ كيلو سعر المتاحة فى المادة النباتية فى كل متر سريع بكفاءة نسبتها ١٦٪ ، حيث تضيع نسبة ٨٤٪ فى الوسط الخارجى المحيط • وتقل الكفاءة البيئية لمستويات السلسلة على التعاقب فهى ١١٪ لمستوى آكلات اللحوم ، ثم ٦٪ لمستوى آكلات اللحوم العليا • ومن الملاحظ أن كائنـات الانحلال ذات كفاءة عالية • ونظرا لأنها تتغذى على كافة المستويات الغذائية فانها تستفيد من نحو ٢٤٪ من الطاقة الكامنة الأصلية المتاحة فى الروابط الكيماوية للنباتات المنتجة أى نسبة $\frac{٥ ٠٦٠}{٢٠ ٨١٠}$

ويلخص الجدول الآتى كفاءة تحول الطاقة عند مستويات غذائية متعددة فى ثلاثة أنماط بيئية مائية خلال عام ١٩٥٩ :

مسلسل	المستوى الغذائى	كفاءة الطاقة للمستوى الغذائى فى كل نمط		
		سلفر سبرنجز فلوريد	بحيرة مندوتا وسكنسن	بحيرة سيدار بوج منيسوتا
١	نباتات تقوم بالتمثيل الضوئى (منتجة)	١,٢	٠,٤	٠,١
٢	حيوانات آكلة العشب (مستهلكة أولية)	١٦,٠	٨,٧	١٣,٣
٣	حيوانات مفترسة صغيرة (مستهلكة ثانوية)	١١,٠	٥,٥	
٤	حيوانات مفترسة كبيرة (مستهلكة ثالثيه)		١٣,٠	لا توجد

ويلاحظ من الجدول مقدار الكفاءات الابتدائية شديدة الانخفاض للنباتات ، حيث تتراوح فى الأنماط الثلاثة بين واحد صحيح وأقل من الواحد الصحيح . ومن الواضح أن الكفاءات شديدة الانخفاض فى مدخلات الطاقة التى تقتنصها النباتات الخضراء هى أمر ضرورى من أجل اعطاء أقصى مخرجات متمثلة فى نمو النباتات . أن هذه النباتات ليس أمامها كل يوم سوى ساعات قليلة من شدة الاستضاءة العالية يمكنها أن تقدم خلالها بعملية التمثيل الضوئى ، وبهذا فانه من الواضح أن النمو السريع للنبات لكل وحدة زمنية أكثر نفعا لبقاء النبات من أن يصل النبات الى كفاءة عظمى فى استخدام الوقود ، أى الطاقة الشمسية . فالنباتات فى بعض المناطق المناسبة من حيث سطوع الشمس تستطيع أن تنمو أكثر بطئا وأن تكون أكثر كفاءة فى اقتناص واستخدام الطاقة الشمسية ، ولكنها لا تفعل ذلك . وربما يكون ذلك بسبب المنافسة العالية مع غيرها من النباتات كما هو الحال فى المناطق الاستوائية أو بسبب قصر مواسم النمو كما هو الحال فى المناطق المعتدلة والصحراوية.

ويلاحظ كذلك أنه توجد عموما كفاءة متزايدة عند مجموعات المستهلكين العليا. فالنباتات لاتمكنها الحركة كثيرا لتقتنص ضوءالشمس، ومن ثم فلن تصيب الأوراق النباتية أو خلايا التمثيل الضوئى كميات كبيرة من الطاقة الضوئية . هذا بينما تستطيع الحيوانات المفترسة التجوال بحثا عن الطعام مما يزيد من فرص عثورها على الفريسة المناسبة .

الاهرام البيئية :

رأينا كيف أنه توجد فى السلسلة الغذائية طاقة مفقودة عند كل تحول ، وأن ذلك يتم فى تعاقب منتظم للمستويات الغذائية . ويمكن تلخيص التركيب الغذائى بيانيا فى صورة هرم بيئى . ويشكل المستوى

المنتج قاعدة الهرم ، وتشكل المستويات المتعاقبة طبقات الهرم التى تنتهى بالقمة . ويمكن أن تكون الأهرام البيئية أو الغذائية ذات أنواع عامة ثلاثة وهى :

١ ــ هرم الاعداد :

ويتم فيه توضيح عدد أفراد الكائنات عند كل مستوى غذائى .

٢ ــ هرم الكتلة الحيوية :

وينبنى على توضيح الوزن الجاف الكلى أو القيمة الحرارية أو أى مقياس آخر للكمية الكلية من المادة الحية فى كل مستوى غذائى .

٣ ــ هرم الطاقة :

وهو يوضح معدل سريان الطاقة مع الانتاجية ، أى معدل الانتاج أو يوضح الانتاجية وحدها ، وذلك عند كل من المستويات الغذائية المتعاقبة .

لماذا وجب استخدام الهرم لتوضيح علاقات الطاقة فى أحد التجمعات البيئية ؟ انه أولا سواء كنا نتعامل مع الطبيعة أو مع الهندسة فان كثيرا من الوحدات الصغيرة تكون لازمة لتعادل وحدة كبيرة واحدة . ان حيوانا كبيرا واحدا يلزمه أن يتغذى على كثير من الوحدات الأصغر فى المستوى الغذائى الأقل كى يضمن القدر الكافى من الطاقة اللازمة لمتطلباته البنائية . وثانيا توجد طاقة مفقودة عند كل خطوة فى أية سلسلة غذائية . وهكذا فان الطاقة المتاحة للمستويات الغذائية الأعلى هى ببساطة أقل منها عند المستويات الأقل ولهذا فان عليها أن تأكل أكثر لتحصل على ما يكفيها للبقاء .

الخلاصـة :

تحافظ الدورات الحيوية جيوكيماوية على وجود حركة ثابتة بين البيئة الطبيعيـة والغلاف الحيـوى للأربعين عنصرا كيماويا المعـروفة بضرورتها للحياة • وان الدورات الغـازية مع الغـلاف الجوى الذى يشكل المسـتودع الرئيسى يقال لهـا دورات كاملة لأن العناصر التى تتضـمنها وهى الكربون أو النتروجين أو الأكسـجين أو الأدروجين لا تصبح صعبة المنال للكائنات خلال فترات زمنية طويلة وتعتبر الدورات الرسوبية أنها دورات غير كاملة لأن العنـاصر التى تتضمنها تنتهى الى صخور رسوبية وهى مستودع يصعب منه استئناف الدوران • وتؤدى أنشطة الانسان الحالية الى حدوث تغييرات مميزة فى الدورات الطبيعية مثل دورة الكربون •

وأن سريان الطـاقة فى الأنماط البيئيـة على العكس من سريان العناصر هو موحد الاتجاه وليس دائريا • فالطاقة مثـل الحرارة تفقد باسـتمرار فى عملية تحول الطـاقة كما ينص عليه قانونا الدينـاميكا الحرارية الأول والثانى • وأن السلسلة الغذائية هى التوضيح البسيط لهذا السريان للطاقة خلال العلاقات الغذائية لنسق متتابع من الأنواع • وأن النسج الغذائى يتألف من كثير من السلاسل الغـذائية المنغلقة من الداخل وهو يمثل بشكل أدق أنموذج علاقات الطاقة فى أحد التجمعات البيئية • وأن جميع الكائنات التى تقتسم نفس المصدر الغذائى العـام يقال انها عند نفس المستوى الغذائى وهذه المستويات الغذائية فى أحد التجمعات تمثـل المنتجين وآكلات العشـب وآكلات اللحوم وآكلات اللحوم العليا وكائنات الانحلال •

وتعتبر الكفاءات البيئية أنهـا وسـيلة للتعبير الكمى عن سريان

الطاقة بين المستويات الغذائية وهى توضح أن المستويات الغذائية الأعلى تميل الى أن تكون أشد كفاءة من المستويات الأقل من حيث الاستفادة من الطاقة المتاحة . ويمكن توضيح التركيب الغذائى بيانيا فى صــورة هرم بيئى يشير اما الى الأعداد أو الكتلة الحيوية أو الطاقة التى توجد عند كل مستوى غذائى فى التجمع .

الباب الثالث

بعض المبادئ الأساسية

في علم البيئة

التفاعلات بين الكائنات

من قول أوجستس دى مورجان

فى عام ١٨٧٢ :

وفوق ظهور البراغيث الكبيرة أخرى صغيرة تقرصها ، وللصغيرة ما هو أصغر منها الى ما لا نهاية لها .

ان الكائنات الحية سـواء كانت تعيش فى تجمع أرضى أو مائى تتفاعل باستمرار مع بعضها البعض وكما رأينـا فى الباب السابق فان كثيرا من اتصالاتهـا مع بعضها تؤدى الى سريان الطاقة خـلال النمط البيئى . وعلى المدى الطويل تنتج هذه التفاعلات تغيرات بيئية وتطويرية لواحد أو أكثر من الأنواع التى يحتويها النمط البيئى .

وان الأشـكال الأساسية الثلاثة للعـلاقات بين الأنواع فى أحد التجمعات الحيـوية هى : الافتراس والتكافل والتنـافس ، وأن فهم المخرجات البيئية لهذه العلاقات سوف يسـاعدنا فى رؤية كيفية تركيب التجمعـات . وعلى هذا سـوف ندرس فى الأبواب التـالية التنظيم والديناميكية فى الجماعة السكانية لكل من الأنواع المختلفة التى تشكل تجمعا حيويا . وبمعنى آخر سوف ننتقل من المقياس التجميعى للدورات الحيوية جيوكيماوية فى الأنماط البيئية الى سريان الطاقة فى نمط بيئى محدد الى علاقات التجمع الحيوى ، وأخيرا الى التركيب الخاص للجماعة السكانية . وسوف نرى الآن ماهية العلاقات الأساسية بين الأنواع .

الافتراس :

ربما يعرف الافتراس بأنه سلوك القنص والالتهام لكائن حى آخر بحيث يتم استهلاك هذا الأخير كليا أو جزئيا . وأن هذا له تأثير سلبى على نمو وبقاء أعداد الأفراد فى الجماعة السكانية التى وقع عليها الأكل .

وأن طرفى نظام الافتراس هما النوع المفترس ونوع الفريسة •

وأن المفترس هو كائن حى حـر الحـركة يتغـذى على غيره من الكائنات الحية ، وتكون عادة من غير نوعه • ويسـمى عادة الافتراس بين الأنواع المختلفة باسم أكل اللحوم ، وهو يرتبط فى الغالب باشتداد التزاحم فى احدى الجماعات السكانية •

وأن الفريسة هى كائن يأكله المفترس • وتعتبر كل من الحيوانات آكلة اللحوم وآكلة العشب أنها مفترسة حيث ان الأخيرة تأكل النباتات فريسة لها •

ونحن فى العـادة نهتم أكثر بأنواع الحيـوانات حين نفكر فى الافتراس ، ولكن من المدهش أنه توجد أيضا نباتات مفترسة • ومن بين هذه النباتات المفترسة بعض الأنواع الفريدة مثل مصيدة الذباب فينوس والكرنب المائى ذى الحويصلات التى تمسك بفرائسـها الحية داخـل أوراقها التى تنغلق مثل مصيدة من الصلب • وأن نبات حشيشة الندى الذى ينتشر فى كثير من أراضى المستنقعات فى الولايات المتحدة تكون له افرازات لاصقة عند أطراف الشعيرات الحمراء اللامعة الكثيرة التى تغطى نهاية الورقة ذات الشـكل المجدافى • وحين تحط الحشرات المتهـورة فوقها لتفحص لونها البراق وقطراتها المتألقة فانها تلتصق بها دون فكاك ، حيث تديرها الشعيرات الحساسـة المتحركة نحو الداخـل لتطبق على الفريسة فى مركز نصل الورقة • وعندئذ تفرز الخلايا النباتية للمصيدة خمائر هاضمة تحلل أجسام الفرائس وبعـدها تمتص الخـلايا المبطنة للمصيدة الجزيئـات الكيماوية التى كانت فيما سـبق تشكل أجسام الفرائس •

وتستخدم النبـاتات ذات الجرار أسـلوب الحفـرة لتوقع فيها الفرائس • فتنزل الحشرة المتهورة داخل تجويف المصيدة الراسية العميقة فتجد مئـات من الشعيرات المصـوبة نحو الداخل تسـد أمامها طريق العودة • فتقع فى النهاية فريسة سهلة داخل السـائل فى قاع المصـيدة فتموت وتهضم بروتيناتها بواسطة كل من الأنزيمات أو الخمائر الهاضمة التى يفرزها النبات ، وبواسطة فعل البكتريا • ويستطيع فطر الأنشوطة الذى يعيش فى المـاء أو فى التربة المبـللة أن يقتنص ديدان النيماتودا المتهورة لدرجة المرور بأجسامها خلال عروة من الخـلايا الفطرية تقوم بعمل الأنشوطة • وتعتبر النباتات المفترسة قليلة ونادرة نسبيا فى المملكة النباتية ويمكن أن نعتبرها أنواعا شاذة وليست رتبـة أو نوعا رئيسيا من المفترسات •

ان الحيوانات المفترسـة هى مألوفة لدينـا • فلا تزال تشـاهد الصقور وغيرها من الطيور المفترسة حتى فى مناطق الضواحى فى الولايات المتحدة • ويعتبر الانسان أنه مفترس بنفس الدرجة التى عليهـا القط المنزلى أو الكلب ، غير أننا عادة لا نرى طعامنا وهو يقتـل ويجهز حين نقوم بشرائه • وكانت قبائل السهول الهندية مشهورة بين سكان الحدود فى الغرب الشمالى من أمريكا بوصف أفرادها صيادين مهرة يقتنصون الثور الأمريكى الذى يصـل وزنه الى ثلاثة آلاف رطل مسـتخدمين القوس والسهم • واليوم يتم الافتراس لحسـابيا داخل المجزر أو فى المزرعة التى يحصد فيها المزارع الغلال والخضراوات •

اننا نميل الى تصوير الافتراس كشىء ضار بنوع الفريسة وبالرغم من أنه على الأسـاس الفردى يمكننا القول ان الافتراس هو سـلوك تدميرى ولكنه فى الغـالب وعلى المدى البعيد مفيد لجمـاعة الفريسة السكانية ككل • وسوف نتعرض بالتفصيل فيما بعد للطرق التى يساعد

بها الافتراس على تنظيم عدد الجماعات السكانية وحجمها ، ســواء فى الحيوانات أو النباتات • ولكن دعنا نلاحظ هنا أن تأثير تداخل الافتراس على جماعة الفريسة السكانية سوف تختلف درجته تبعا لمدة ارتبـاط الأنواع بعضها مع بعض • ان العلاقة بين المفترس والفريسة اذا كانت مستجدة تكون لها عادة تأثيرات سلبية على جماعة الفريسة السكانية ، بمعنى أن أعدادا كبيرة من نوع الفريســة يقتلها المفترس • ويمكن أن توجد علاقات جديدة بين المفترس والفريسة حين يحدث تغيير رئيسى فى النمط البيئى ويكون ذلك فى الغالب من صنع الانسان أو حين يجرى احضار نوع المفترس أو نوع الفريسة لأول مرة فى منطقة ما • ويكون أى حادث هو الاطار الجديد الذى ترجع اليه الكائنات المعنية • وتبدأ الأنواع فى ذلك النمط البيئى تضبط وتعدل من المجموع الجديد لعوامل العلاقات الحيوية والعلاقات مع البيئة الطبيعية الجديدة وربما تصـبح الأنواع التى لم يسبق للمفترس التهامها هى الآن المصور الرئيسى لغذائه•

وفى حالة وجود علاقة قديمة بين المفترس والفريســة فان التطور المشترك لهذه العلاقة يقلل من التأثيرات السلبية على الفريسة • وبمعنى آخر اذا لم تتم التعديلات فى العلاقة بينهما بواســطة الانجاب الطبيعى بمضى الزمن فان أحدهما أو كليهما لابد أن ينقرض • فالفريسة لابد أن تنقرض اذا استمر التهامهـا ، ولابد أن يهلك نوع المفترس جوعا ما لم يتيسر له الحصول على نوع فريسة بديل المنقرض • وبدلا من ذلك فان التعديلات والتوافقات فى معدلات المواليد والانتشار السكانى لكل نوع منهما تقلل من الاضطراب الحادث فى النظام القائم بينهما ويستمر الوضع على ما هو عليه •

تظهر نواحى من المشاهدة الواسعة لتلون الحيوانات وفقا للوسط الذى تعيش فيه اذ أن ذلك التلون ينبعث من خلال الانجــاب الطبيعى

استجابة للعلاقات المتـداخلة بين المفترس والفريسـة • انه بالاضـافة للمخالب الحادة والأنياب وردود الفعل السريعة وغير ذلك من التكيفات اللازمة لاقتناص الفريسة فان للكثير من الضوارى الفقارية خطوط ملونة تتجه من واجهة العينين صوب الأمام وتكون وظيفتها توجيه البصر أى التنشين • وتوجد هذه الخطوط والدوائر حول أعين الأنواع المفترسة من الطيور والثدييات والزواحف والبرمائيات والأسماك • فالى جانب دورها كخطوط لتوجيـه البصر فى اقتفاء أثر الفريسـة وقنصها ، فان العلامات الداكنة اللون من حول العينين تقلل أيضا من شدة الوهج فى المواطن الفسيحة شديدة الاستضاءة • ومن المحتمل أن تكون الدوائر ذات اللون الفاتح تعمل بالعكس على تجميع الضوء فى مواطن أخرى • واقتبس الانسان هذه القواعد فى مجال الألعاب الرياضية حيث يدهن اللاعبون أسفل أعينهم بالمراهم القاتمة اللون أو بسـناج الفحم وذلك لتقليل الوهج الذى قد يصيب أعينهم من ضوء الشمس أو من الاضاءة الصناعية الحادة •

التلون الوقائى :

هو نتيجة تطورية أخرى من ضرورات الابتعـاد عن الافتراس • وتتجه به الفريسة الى التشبه بشىء موجود فى الوسط المحيط بها فتخدع به الضوارى • ويحمـل التلون الوقائى متضمنات بيئيـة فضـلا عن المتضـمنات التطورية حيث يمكن أن تنـدمج أفواج أنواع أكثر من الفرائس فى أحد التجمعات البيئية اذا كان كل منهـا ملونا وقائيا بأية طريقة مما يقلل من أثر الافتراس على نوع واحد •

التلون المستتر :

وفيه تتشبه الفريسة أو تقلد شكل شىء جماد أو أرضية خلفية فى الوسط المحيط ، ويوجد هذا النوع من التلون عادة بين الحشرات مثل

اليرقات العصوية والجنادب النطاطة المفلطحة كأوراق الأشجار الخضراء أو الخنافس التى تتشبه بالقلف ، أى لحاء الشجر أو بالصخور •

المحاكاة اللونية :

وفيها تتشبه الفريسة بأحد الأنواع السامة أو الكريهة غير المستساغة الموجودة فى نفس المنطقة • وتكون الفريسة الطيبة المذاق أو المسالمة على الأقل هى المقلد ، وتكون الأنواع الخطرة بالنسبة للمفترس المتربص هى النموذج الذى تم تقليده ومحاكاته • ويعتبر السلوك أحد المكونات الهامة للمحاكاة والا فان الانخداع بذات الشكل الخارجى أو التلون أو الاطار لن يقنع المفترس بأنه يرى فريسة غير مناسبة للالتهام •

وهناك فراشة الملك وهى نوع شائع فى معظم أنحاء الدنيا ولا تستسيغها الطيور أو السحالى أو غيرها من المفترسات • فالفراشة البالغة كبيرة وبطيئة الطيران وملونة باللون البرتقالى الأحمر الفاقع وحوافيها سوداء • وهى سامة لنوع الغذاء الذى كانت تتناوله فى أحد أطوارها وهى يرقة • فاليرقة تتغذى على أوراق نبات حشيشة اللبن ، فيتحد بجسمها مركب كيماوى سام هو نوع من الجليكوسيدات المشتقة من جزىء الجلوكوز أو أى نوع من السكريات • وحين تتحول اليرقة الى عذراء ثم يعاد تنظيم أنسجة الجسم داخل العذراء لتصبح فراشة بالغة لا تتكسر هذه المركبات ، ولكنها تدخل فى بناء أنسجة فراشة الملك البالغة • وهى حين تخرج من طور العذراء تكون معروفة للضوارى بالخبرة لديها على أنها حشرة غير مستساغة • وهذه الحشرة فى الولايات المتحدة تعتبر النموذج الذى تحاكيه وتقلده تماما فراشة نائب الملك • ولا توجد أية قرابة عائلية بين الحشرتين ، ولكن نائب الملك يطير ويشبه تماما الملك • وهكذا بالرغم من أنها حشرة مقبولة

الطعم وتؤكل حيث تتغذى يرقاتها على أوراق شجر الصفصاف وما يشبهه من النباتات غير السامة فان الضوارى مثل الطيور تأنف من الاقتراب منها حيث تخطيء فى تمييز البالغ منها عن البالغ من فراشة الملك .

التلون الطارد المنفر :

وفيه توجد عدة أنواع من الفراش لها نفس التلون الذى لأحد الأنواع المعروفة جيدا للضوارى بصفاتها المهلكة . فمثلا تكون فيه جميع أنواع الفرائس الكامنة تحاكى نوعا غير مستساغ وتتقاسم جميعها معه لونه المنذر وسلوكه ، وهذه ميزة للمحافظة على بقاء جميع أنواع الفرائس المنضمة لهذا الاطار ، نظرا لأن الضوارى فى المنطقة سوف يتعلمون أن يربطوا بين عدم استساغة الطعم وبين جميع الأنواع المنضمة لهذا الاطار الواحد دون أن تقوم الضوارى بتجربة التهام جميع الأنواع فيكون من بينها ما هو غير مستساغ . وما على المفترس الا أن يجرب مرة واحدة الزنابير الصفراء الموشاة باللون الأسود ليكف بعدها عن تكرار محاولة اقتناص ما يحاكيها من الفرائس .

التلون المنذر :

انه الألوان البراقة والعلامات التى تعلن ببساطة عن الخصائص السامة لنوع من الفرائس فيتجنبها أى مفترس متربص . ومن أمثلة التلون المنذر الذى ينبغى دائما تجنبه ألوان النحل الكبير الطنان واليرقات الفاقعة اللون لاسيما ذات البقع الحمراء أو الصفراء .

التنكر العدوانى :

هو نوع آخر للعلاقات المتشابكة الصعبة بين المفترس والفريسة ويلجأ فيه المفترس الى التنكر لخداع الفريسة عن طريق التلون والسلوك . وهناك حشرات تسمى بق الكمين وهى من نوع الحشرات نصفية الأجنحة أى نصف الجناح غشائى والآخر جلدى ، ويعيش بق

الكمين أو الشرك داخل الأزهار كما لو كان من أجزاء الزهراء ، ولهذا يسهل عليه مهاجمة النحل والذباب القادم لامتصاص رحيق الأزهار دون أن يتوقع وجود المفترس • وتلجأ أنثى بعض اليراع الى تقليد ومضات النور التى تصدرها اناث نوع آخر من اليراع ، وعندئذ تقتنص وتلتهم ذكور هذا النوع التى تحضر استجابة للوميض المقلد •

التكافل :

يشير التكافل الى علاقة طويلة الأجل بين الأنواع وفيها يعيش نوعان معا فى ترابط وألفة قلت أو كثرت • وليس هذا أحد النظم الاجتماعية ، ولكنه ارتباط بيئى يشمل بعض التحول للطاقة أو للنفع المتكيف •

وتوجد ثلاث طرق للتكافل هى :

١ ـ التكافل بالمؤاكلة أى بالمشاركة فى العيش •

٢ ـ التكافل بالتبادلية أى بتبادل المنفعة •

٣ ـ التكافل بالطفيلية أى بالحاق الخسارة •

المؤاكلة :

تجرى المؤاكلة حين يستفيد أحد الأنواع من الترابط دون أن يتأثر أو يلحقه ضرر النوع الآخر • فالصراصير تنتفع كثيرا من المعيشة فى الجوار القريب للانسان ، ولكن لا يصيب البشر عادة ضرر أو نفع من وجودها داخل منازلهم • وقد تكون الصراصير الشريكة بالمؤاكلة لمضيفيها من البشر مقززة من الناحية الجمالية ، ولكن يصعب عليها أن تأكل قدرا من طعام الانسان يخل بالطاقة التى يستمدها الانسان من هذا الطعام الذى وقعت عليه المؤاكلة • وان طائر أبو قردان المعروف جيدا للفلاحين فى مصر والدنيا القديمة أخذ يستقر طوال العشرين عاما

الأخيرة فى المناطق الاستوائية والحارة الأمريكية ، بل وفى منطقة فلوريدا المدارية • وتجد هـذه الطيور طعامها فى المراعى متكافلة مع قطعـان المواشى ، فهى تأكل الحشرات التى تجفـل منهـا الماشـية وهى ترعى العشب • وعلى قدر علمنا فان الماشية لا تنتفع من وجود طيور أبو قردان ولا يصيبها منها ضرر مثل تلك الأمراض التى يمكن أن تنقلها الطيور من قطيع لآخر • ومهما كان ففى المناطق الأفريقية الحارة التى تستوطنهـا طيور أبو قردان يكون من المحتمل أن يؤدى الطائر دور الحارس المنذر بالنسبة للحيوانات الثديية التى ترعى الكلأ فينبهها بطيرانه الفجائى الى احتمال الخطر بوجود أحد الضوارى •

وهناك حالة أكثر ألفة لعلاقة المؤاكلة هى حالة النبـاتات المتسلقة مثل أنواع فصيلة السحلبيات المعايشة للأشجار ، حيث تنمو على أسطح جذوعها وأغصـانها • وهذه النبـاتات الهوائية تكتسب من الأشجار الدعامة الطبيعية لترتفع عن سطح الأرض الى مسـتوى منير تفضـله وتمضى فى نوره فترات حياتهـا بالكامل • ولكنها لا تعـود بنفع على مضيفها كما لا تلحق به الضرر ما لم يصـبح وزن النبـاتات المتسلقة ومقاومتها للرياح كبيرة لدرجة أن يضعف بنيان الشجرة تحت وطأتها •

التبادلية :

وفيها ينتفع كل من النوعين بالعلاقة القائمة بينهما كما فى نباتات حشيشة البحر مثلا ، وهى نوع من الحزازيات عبـارة عن ترابطـات تبادلية المنفعة بين طحالب وحيدة الخلية تقوم بعملية التمثيل الضوئى ، وبين فطريات ينقصـها الكلوروفيل اللازم للتمثيـل الضـوئى • وتنتج الطحالب السكريات عن طريق التمثيـل الضـوئى ليكون طعاما لكلا النوعين ، فى حين تقوم خيوط الهيفات الفطرية بجمع وحيـازة الرطوبة وأملاح التغذية الدقيقة التى يمكن لكلا الشريكين استخدامها •

وربما يكون التلقيح الحشرى للنباتات الزهرية مثالا شائعا للتبادلية . فالنحل يعتمد على الأزهار فى الحصول على غذائه فى صورة رحيق الأزهار وحبوب اللقاح . كما أن النباتات الزهرية تعتمد على النحل أو غيره من ناقلات اللقاح فى حمل خلايا التكاثر الذكرية الموجودة داخل حبوب اللقاح الى الأعضاء الأنثوية فى أزهار أخرى من نفس النوع .

ويوجد فى أفريقيا نوع صغير من الثدييات يسمى الظربان آكل العسل ، وهو على علاقة منفعة متبادلة مع طيور تسمى مرشد العسل . ويطير المرشد أمام الظربان ويقوده الى خلية النحل البرى التى يكون قد اكتشفها الطائر ، وبعد أن يمزق الخلية طلبا للعسل يتغذى الطائر على شمع أقراص العسل .

وتتمتع النباتات والحيوانات المنزلية عادة بعلاقة متبادلة مع الانسان فالانسان يرعاها ويضمن استمرار تكاثرها ـ والتى بدونها سرعان ما تهلك بفعل التنافس مع الأنواع البرية . كما أن الانسان يعتمد عليها فى نفس الوقت من أجل الوقت من أجل بقائه ووجوده ، وكانت هذه النباتات والحيوانات فى حالتها البرية الأصلية قادرة تماما على البقاء ، ولكن الانجاب الصناعى الذى أجراه عليها الانسان فى أثناء فترة ترويضها أنتج الكثير من الخصائص المكيفة بدلا من التى كانت عليها حالتها البرية ومن هذه الصفات المحسنة خاصية انتاج طعام أكثر . وتقوم فى الدنيا منذ أيام ما قبل التاريخ ثلاثة مراكز ضخمة للاستئناس والترويض ظلت تعطينا معظم الأنواع المحسنة المعروفة لنا طوال العشرة آلاف عام الأخيرة . فمن جنوب غربى آسيا حصلنا على القمح والأبقار والغنم والماعز والشعير والجاودار وهو كالشعير ، ومن جنوب شرقى آسيا جاء الأرز والخنازير والدجاج ، ومن العالم الجديد أى الأمريكتين

حصلنا على الأذرة والفول والبطاطس والقرع العسلى والدجاج الرومى ، فضلا عن غيرها من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية مثل الطباق . ويوجد اليوم فى أفريقيا اهتمام كبير يبشر باحتمال استئناس الأنواع الضخمة من التياتل ، أى بقر الوحش لتربيتها على نطاق واسع من أجل انتاج اللحم . وهذا الاحتمال له أهمية كبيرة حيث اننا لم ندخل أية اضافة جوهرية لأنواع جديدة على مجموعتنا الحالية من النباتات والحيوانات المستأنسة منذ عدة آلاف من السنين . فقديما عاش الانسان على صيد الحيوانات وجمع المحاصيل النباتية البرية ، ولكن الانسان اليوم فى الحقيقة يكتفى فقط بافتراس الأسماك وأنواع قليلة من وحوش المحيطات . وأدت الأساليب الفنية للزراعة الحديثة الى أن يصبح قطف الثمار البرية مثل التوت الأزرق بدعة طريفة أكثر منها ضرورة . ان استئناس نباتات وحيوانات معينة لتعيش فى رباط المنفعة التبادلية مع الانسان أتاح له أن يحطم الدورة المستمرة للقنص والجمع التى كان مضطرا فيما سبق الى اتباعها . ومن ثم يمكننا القول بحق أن مدننا الضخمة وحضارتنا المتقدمة اليوم لم تكن لتوجد لولا هذا الذى قمنا به مؤخرا من التبادلية .

الطفيلية :

وفيها ينتفع الطفيل بينما يلحق الضرر بالنوع الآخر وهو المضيف أو العائل وتعتبر الطفيلية شأنها فى ذلك شأن الافتراس ، انها عامل هام فى تنظيم وتحديد عدد الجماعة السكانية الطبيعية . ولكن بالرغم من تشابه الوظيفة والتعريف فان هناك اختلافات مميزة بين الطفيلية والافتراس . ان الطفيليات أصغر بكثير من مضيفاتها وتعيش على جانب من الطاقة المكتسبة للعائل . أما المفترس فهو غالبا أضخم من فريسته وتعيش الطفيليات على جسم العائل أو بالقرب منه بينما المفترسات

لا تعاشر الفريسة عن قرب الا حين تتغذى عليها فعلا • وتعمل الطفيليات على قتل عائلها ببطء شديد أو عدم قتله نهائيا بينما تقتـل الضـوارى فريستها بسرعة وتستهلكها فى الحـال • وان أشد الطفيليات كفاءة هو الذى يصعب على العائل ملاحظته • وذلك لأن الطفيل اذا قتل العائل قبل أن يتكاثر الطفيل نفسه فانه يموت دون أن يعقب نسـلا • وأن النوع الذى تكون له هذه العادة لابد أن يفنى وينقرض •

الطفيليات الخارجية :

هى التى تعيش على سـطح جسم العـائل وتكون لها تحويرات تضمن تمسكها بنوع العائل والتصاقها به • ومن أمثلتها القراد والقمل والبراغيث وبق الفراش •

الطفيليات الداخلية :

هى التى تعيش داخل جسم العائل وفى الغـالب داخـل جهـازه الهضمى وتبعا لذلك تكون لها تحويرات تقـاوم بها الحركات الداخلية والتدابير التى يقوم بها جسم العائل • فمثلا ينبـغى أن تكون الجلود الخارجية للديدان الشريطيـة والديدان المفلطحة قادرة على حمايتها من العصارات الهضمية والأنزيمات الخلوية • وتشتمل دورة حياة الطفيليات الداخلية فى الغالب على عائل متوسـط فى المرحلة التى تقع بين البيضة والطور البالغ وذلك كما فى حالة دورة حيـاة الدودة الكبدية الصينية التى تصيب الانسان حيث تستضيف القواقع والأسماك أطوار الدودة • وتنفذ الدودة الى الانسان حين يأكل العائل المتوسط وهو الأسماك • وتصبح الدودة داخل جسم الانسان بالغة النضج وتضع كميات كبيرة من البيض الذى يخرج من جسم الانسـان مع البراز • ويفقس البيض وتصيب اليرقات الجديدة القـواقع لتبدأ الدورة من جـديد ، وأخيرا تغادر اليرقات القواقع المائية لتصيب الأسماك •

الطفيلية الزائدة :

هى ظاهرة توجد أحيانا فى الطبيعة حيث يعيش طفيل داخل طفيل آخر الذى يعيش بدوره فى العائل . ومثال ذلك يرقة الزنابير التى تتطفل على يرقة الذباب وهذه تتطفل على يرقة السوس .

ان طرق التكافل الثلاثة الاساسية بالمؤاكلة وبالتبادلية وبالطفيلية هى من أعمق العلاقات الداخلية فى التجمعات الحيوية .

وأنه بدون الارتباط التبادلى بين بكتريا تثبيت النتروجين ونباتات الخضراوات مثلا تصبح دورة النتروجين الحيوية جيوكياوية أشد بطئا الأمر الذى يؤدى دون شك الى تضييق انتشار وتطور الحياة على الأرض الى مستوى أقل مما لدينا اليوم . وتعمل بعض هذه الطرق من التكافل مشتركة فى ذلك مع الافتراس على أداء وظائف هامة لتحديد كثافة الجماعات السكانية لكثير من الأنواع . وهيا بنا لنرى مجموعة أخرى معقدة من العلاقات المتداخلة بين الأنواع نسميها التنافس .

التنافس :

ان التنافس بالمعنى البيئى هو صراع بين الكائنات من أجل الطعام أو المكان أو التزاوج أو أى مورد آخر محدود . ويكون الصراع فى حالة التنافس البين النوعى هو بين أفراد من ذات النوع . وتشيع هذه الخبرة بين جميع الأنواع التى يأخذ عددها فى التزايد داخل بيئة محدودة ، وسوف نعالج هذا الأمر فى أحد الأبواب القادمة بوصفه أحد العوامل المركزية التى تقوم بتنظيم النمو السكانى .

ويكون الصراع فى حالة التنافس بين الأنواع هو بين جماعات

سكانية لنوعين مختلفين . ويخضع مثل هذا التنافس لقاعدة جوس التى تنص على أن أى نوعين مختلفين لا يمكن أن يشغلا مأوى واحدا فى آن واحد ، واذا حدث أن ألتقى نوعان فى شغل نفس المأدى فى نفس الزمان والمكان فانه كقاعدة عامة يحتمل حدوث ثلاث نتائج هى الفناء أو الطرد التنافسى أو الاستبدال السلوكى .

الفناء :

وبهذه النتيجة فان واحدا من النوعين المتنافسين ينتهى الأمر به الى الفناء محليا ، لأن منافسه كان أكثر منه نجاحا فى احتكار الموارد المتاحة مثل الطعام أو المكان . وصاغ جوس قاعدته بعد دراسة التنافس بين نوعين من البراميسيوم ، وهى حيوانات مائية وحيدة الخلية مجهرية ، أى لا ترى الا بالميكروسكوب وتتبع شعبة بروتوزوا داخل تقسيم المملكة الحيوانية . ويمكن تربية حيوانات البراميسيوم داخل المعمل فى أحواض للتربية ذات حجم محدود ، حيث تتنافس حيوانات البراميسيوم على الطعام وهو البكتريا ، وعلى الأكسجين وعلى المتطلبات الأخرى للحياة . وهى تتكاثر بالانشطار الثنائى الى حيوانين جديدين عدة مرات كل يوم . وحين تنمو أفراد كل نوع من البراميسيوم فى أحواضها بعيدا عن أفراد النوع الثانى ، فان براميسيوم كوداتوم يزداد عددها تبطء عن نوع براميسيوم أورليا . ثم يثبت أخيرا الحجم السكانى لكل نوع بما يتفق وامكانيات البيئة وبحيث يصبح عدد نوع أورليا أكثر من عدد نوع كوداتوم . وحين ينمو أفراد النوعين معا فى نفس الأحواض يصبح نوع براميسيوم أورليا أكثر بطئا فى التزايد مما كان عليه وهو منفرد عن النوع الثانى . أما نوع براميسيوم كوداتوم فانه ينمو قليلا ثم يضمحل حتى يفنى ويتلاشى .

وربما أمكن ملاحظة ثلاث حقائق فى هذا الموقف التنافسى وهى :

(ا) حقق كل من النـوعين معـدل نمـو عادى فى أولى أيام تواجدهما معا فى بيئة واحدة ، حيث لم يكن الطعام فى تلك الفترة قد أصبح عاملا محددا بالنسبة للحجم السكانى •

(ب) اضمحل الحجم السـكانى لنوع برامسـيوم كوداتوم الى حد الفنـاء أخيرا بسـبب التنـافس الذى لاقاه من نوع برامسيوم أوروليا •

(جـ) حين أصـبح الطعام محدودا ، وكان التنافس حادا ، نمت برامسيوم أوروليا أشد بطئا ممـا كانت عليه ، وهى تتربى منفردة ولكنها بالتدريج بلغت الحجم السكانى العادى لها •

وكانت برامسيوم أوروليا هى المتنافس الأكثر نجاحا بسبب تكيفها مع النمو السريع ، ومن ثم استطاعت أن تقتنص نسبة أعظم من الطاقة المحدودة المتاحة وهى الطعام البكتيرى فى كل جيل من أجيالها •

الطرد التنافسى :

وفيـه يتم ارغام أحـد الأنواع على التخلى عن جانب من مرقده لمنافسه ، ولكنه يستمر بعد التنازل فى المعيشة فى أقسام أخرى ملاصقة من المرقد •

ويتضـح ذلك عمليـا فى التوزيع الرأسى لنوعين من طيور الأوز البرى على شـواطىء سـكوتلندا • ان نوع بلانوس يعيش عادة على صخور الشاطىء التى تقع أسفل علامة أقل مد يمكن أن يحدث لميـاه البحر كل شهر قمرى ، وبذلك فان أفراد هذا النـوع من الأوز تتغطى دائما بالمياه طوال جانب من الأربع وعشرين سـاعة اليومية • ويعيش أفراد نوع كتامالوس على الصخور الموجودة فى منطقة الطرطشة فوق

علامة أقصى انحسار لمياه البحر عند الجزر التام • ويوضح هذا التوزيع حدوث طرد تنــافسى ولكن اجراء التجــارب هو الذى يمكن أن يثبت ذلك وأن السبب فى هذا التوزيع ليس التنافس ، ولكن عدم المقدرة على التكيف مع أجزاء أخرى من المأوى على طول الشاطىء • ولهذا قام عالم الأحياء كونل بترحيل الأوز كتامالوس وأخلى مكانه فى منطقة الطرطشة فوجد أن النوع الآخر من الأوز بلانوس لم يتجه الى هذا المكان الخالى أو يعيش فيه • وحين قام العالم بترحيل الأوز بلانوس من المنطقة التى تنغطى صخورها بالمياه سرعان ما وجد أن الأوز كتامالوس ترك مكانه وتحرك الى أسفل ليعيش على الصخور التى تحت خط المياه • وهكذا فان الطرد التنافسى هو السبب فى تحديد التوزيع المكانى لنوع كتامالوس حين كان يعيش معا مع النوع الآخر • وتفسير مقدرة نوع بلانوس على طرد نوع كتامالوس بأن الصغار من نوع بلانوس تنمو بسهولة وسرعة فى المنطقة السفلية فيشتد عودها وتخيف منافسيها وتنفرهم فيتم الطرد •

الاستبدال السلوكى :

حين يتواجد للمعيشة معا نوعان يكون بينهما تنافس أصلا ، فانه تظهر بينهما اختلافات فى تحويرات تناول الطعام مثل حجم المنقار عنــد الطيور أكثر مما تظهر فى المناطق التى لا يتعايشان فيها معا • ويقوم كل نوع فى منطقة التعــايش المشتركة بتطوير الخصــائص التى تقلل من المنافسة مع الأنواع الأخرى على موارد الطعام فيختص كل نوع بصنف من الطعام ، ومن ثم ينجح كل نوع فى استمرار تكاثره • ويسمى هذا التغيير فى الخصائص والسلوك داخل المنــاطق المزدحمة بالأنواع باسم الاستبدال السلوكى • ففى الطيور مثلا يختلف حجم المنقار بوضــوح بين الأنواع المرتبطة فى معيشتها بموطن واحد فيختص النوع ذو المنقار الطويل الرفيع بالتقاط الحشرات الكبيرة ، فى حين يتغذى النوع الآخر ذو المنقار القصــير السميك على البذور والحبــوب • وتعمــل هذه

الاختلافات على تقليل المنافسة التى قد تنشأ حين يكون النوعان متشابهين تماما فيأكلان نفس الطعام • أما حين يتواجد كل من هذين النوعين منفردا عن الآخر مستقلا بموطنه فان حجم المنقار فى الغالب يكون متماثلا فى النوعين ومتكيفا لتناول أصناف متغيرة من الطعام دو الاقتصار على صنف واحد •

الخلاصة :

توجد ثلاثة أنواع من العلاقات المتداخلة بين الأنواع فى التجمع الحيوى الواحد وهى الافتراس والتكافل والتنافس • وعادة فى حالة العلاقة الافتراسية الطويلة تكون الجماعات السكانية المفترسة والفريسة فى توازن ديناميكى يحقق النفع لكل من الجماعتين • وهناك نتيجة تطورية شائعة تنشأ عن الافتراس وهى التلون الوقائى للفريسة • ويؤدى التكافل الى رباط من الألفة طويلة المدى مع شىء من انتقال الطاقة أو النفع المتكيف • وفى حالة المؤاكلة ينتفع أحد النوعين وهو المؤاكل فى حين لا يتأثر النوع الآخر وهو العائل بهذا الارتباط • وفى حالة التبادلية ينتفع كل من النوعين • وفى حالة الطفيلية ينتفع أحد النوعين وهو الطفيل فى حين يلحق الأذى النوع الثانى وهو العائل • وتمثل التنافسية صراعا متبادلا سواء بين أفراد النوع الواحد أو بين أفراد الأنواع المختلفة حول مورد طبيعى واحد محدود • وتنص قاعدة جوس على أنه لا يمكن لنوعين مختلفين أن يشغلا نفس المأوى فى آن واحد • ومن ثم فان التنافس بين أفراد الأنواع المختلفة يؤدى عادة الى فناء أحد الأنواع أو الى الطرد التنافسى أو الى الاستبدال السلوكى •

الباب الرابع
تركيب الجماعات السكانية

خصائص الجماعة السكانية :

تتشابه الجماعة السكانية مع أفراد الكائنات التى تتشكل منهـا هذه الجماعة السكانية الواحدة من حيث انها حية وذات تركيب محدد ووظائف مرتبة وهى تنمو وتموت ٠ وتنطبق كثير من القـواعد البيئية السابقة على مستوى الجماعة السكانية ، فضلا عن مستويات التجمعات أو الأنماط البيئية وسوف نبدأ معالجة حيـاة الجماعة السكانية فى هذا الباب بنظرة شاملة لتركيب هذه الوحدات الحيوية ٠

وقبل الاستمرار فلنبدأ بتعريف ماتتكلم عنه وهو الجماعة السكانية أنها مجموعة الكائنات الحية التى من نفس النوع ، وتعيش معا فى مكان محدد ٠ ولا نستطيع اعطاء تحديد أكثر من ذلك لأن الجماعات السكانية تختلف كثيرا فى الحجم والسـلوك ويتوقف ذلك على نوع الكائنـات وحدود المكان الذى تشغله هذه الكائنات ، وعلى سبـيل المثال فنحن غالبا نعتبر الانسان أى الحيوان العاقل أنه يشكل جماعة سكانية منتشرة على الأرض بأكملها أو جماعة سكانية صـغيرة مثل تلك التى فى قرية جبلية دقيقة وكلا من الاستخدامين لاصطلاح جماعة سـكانية صحيح فينا ٠ وطبعا فانه حتى وقت ظهور وسائل الانتقال الحديثة ظل النـاس فى القارات المختلفة ، وحتى الناس الذين تفصل بينهم الحواجز الجغرافية الطبيعية فى القارة الواحدة يشكلون جماعات سكانية منعزلة ٠

وان بعض صـفات الجمـاعة السـكانية تكون عديمة النظير الا بالمجموع الكلى ، ولا يختص بها الأفراد داخل المجموعة ٠ ويمكن أن يتضح لنا تحت النسق العام لتركيب الجمـاعة وجود « التفرق » أى التوزيع والانتشار ، وهو يعنى التحرك من عند مركز أصلى «والكثافة» أى درجة الازدحام ٠ ونجد أن نمو الجمـاعة الكاملة يشمل « معدل

المواليد » و « معدل الوفيات » « التوزيع العمرى » أى نسبة أفراد كل مرحلة من العمر الى الجماعة السكانية و « القوة الحيوية الكامنة » أى أقصى معدل نمو ممكن تحت الظروف المثالية و « شكل النمو » أى كيفية وسرعة نمو الجماعة السكانية .

وتتحكم كل من هذه الصفات فى الوضع البيئى والمستقبل التطورى للجماعة السكانية . وحين ندرك الدور الطبيعى لهذه الصفات يصبح من السهل أن نرى كيف أن التلوث البيئى وغيره من التغيرات التى من صنع الانسان يمكن أن تؤثر جوهريا فى الجماعات السكانية الطبيعية . وهى أيضا توضح دور الصفات المماثلة فى حياة الجماعة السكانية للانسان نفسه ، ولننظر الآن الى هذه المتغيرات السكانية المذكورة بشىء من التفصيل .

التفرق :

ان التفرق هو ببساطة أنموذج التوزيع الداخلى للأفراد من خلال احدى الجماعات السكانية . وربما تتوزع الكائنات داخل الجماعة وفقا لثلاثة نماذج عامة : عشوائى ومنتظم وبالمجموعات .

التفرق العشوائى :

ان التوزيع العشوائى يعنى تبعثر الأفراد فوق مساحة دون أى انتظام أو أية درجة من المطابقة بين المساحة والأخرى . ويعتبر التوزيع بهذا المعنى نادرا نسبيا فى الطبيعة . وهو يحدث فقط حين تكون البيئة منتظمة للغاية بحيث أن مواردها تنتشر بالتساوى خلال منطقة توزيع الجماعة السكانية ، وأيضا حين لا يكون لدى النوع ميل نحو التجمع بسبب عوامل الانجذاب الاجتماعى ، ولا يكون لديه رغبة فى طرد الواحد الآخر . ونظرا لأن المألوف عادة هو التفرق العشوائى للموارد الطبيعية ، فاننا نجد الكائنات تكاد ألا تتوزع عشوائيا أبدا . وعلى أية

حال فأن المثال الجيد للتفرق العشوائى هو حالة العناكب المفترسة التى تعيش منفردة على أرضية الغابة التى تكسوها بانتظام تام نفس الفرشة من الأوراق المتساقطة ، وتسودها نفس الظروف من الرطوبة •

التفرق المنتظم :

ان هذا النـــوع من التوزيع هو أكثر انتظاما من التفرق العشوائى • ولا تظهر فيه أيضا الأفراد فى مجموعات • وعادة ما قد يحـدث التفرق المنتظم حين تشتد المنافسة بين الأفراد على طلب الموارد ، أو حين يتصاعد النزاع الايجابى حتى يشمل التواجد فى نفس المكان •

ويحدث هذا النوع من التوزيع فى حالة مستعمرات أعشاش الطيور البحرية على سطح جزيرة بحيث تتباعد الأعشاش بعضـها عن بعض فى الغالب بمقدار المسافة التى تصل اليها أعناق أمهات الطيور حتى أطراف مناقيرها ، ولكن يعتبر التفرق المنتظم أكثر شيوعا بين النباتات عنه بين الحيوانات • فهنـاك شجيرات خلاصـة القطران وغيرها من النباتات الصحراوية فى جنوب غربى أمريكا الشمالية تتنافس بشدة على الرطوبة الضئيلة التى تساقط هناك كل عام • وفى الحقيقة فان جذور كثير من هذه الأنواع تفرز مضادات حيوية تمنع نمو البذور أو النباتات المجاورة فى نطاق نصف قطر مدى انتشار مجموعها الجذرى •

التفرق بالمجموعات :

يمكن تعـريف التفرق بالمجموعات باسـتبعاد سمات النموذجين السابقين فنقول انه توزيع غير منتظر وغير عشـوائى للأفراد داخـل الجماعة السكانية •

ويعتبر التفرق بالمجموعات بدرجاته المتفاوتة أنه أكثر نماذج التفرق شيوعا للكائنات فى منطقة الجماعة السكانية الواحـدة • وربما يتفاوت

هذا التفرق بالمجموعات من حيث العدد ، وقــد يظهر فقط حتى فى مرات معينة من العام أو من فترة عمر الكائن • وأن المجموعات نفسها قد تكون منتشرة بانتظام أو عشوائها فى أنحاء مساحة التوزيع ، ويتوقف ذلك على توزيع الموارد أو درجة التداخل الاجتماعى بين المجموعات الفرعية المكونة للجماعة السكانية •

ـ وأنه من الصعب ادراك أسباب شـيوع التفرق بالمجمـوعات • ويستجيب الأفراد للاختلافات فى الموطن المحلى من خلال مساحة توزيع الجماعة السكانية بحثا عن المعيشة المثلى فى مواطن عامرة بأفضل ارتباط مع العوامل المحيطة فى الوسط الخارجى من درجة حرارة وضوء وأملاح معدنية ومياه وغيرها التى نادرا ما تكون موزعة بانتظام • وربما تسـاعد ظروف الطقس فى بعض فصول العام على التوزيع فى جماعات • ففى أثناء فصول الجفاف فى المنتزة القومى فى ايفر جليدز بجنوب فلوريدا تسعى معظم جمـاعات الأنواع البرية الى التفرق جماعات جماعات حـول حفر المياه التى صنعتها أجسام التماسيح فى مجارى المياه بعد أن تجف مسطحات المستنقعات المنبسطة ، وتظل المياه موجودة فى هذه الحفر • وتعتبر درجة الألفة الاجتماعية لدى نوع الحيوانات العليا عاملا هاما فى تحديد وجود المجموعات داخل الجماعة السكانية الواحدة • وان كثـير من الثدييات والطيور تتناول طعامها وتؤدى وظائفها فى مجموعات ، ومن ثم فان الميل الاجتماعى للتجمع يساعدها فى التكيف من أجل منفعتها • ويلزم لعمليات التكاثر وجود زوج واحد على الأقل من ذكر وأنثى كى يحـدث التجمع ويتوقف حجم التجمع على نموذج التكاثر المميز للنوع فقد يتراوح ما بين زوج واحد من الكائنات الى مستعمرة كاملة من أفراد الذرية •

وتعبر النقاط السابقة أنها بعض الأسباب الواضحة للتجمع النباتى والحيوانى ، ولكن ماذا عن الأسباب التطويرية النهائية لمعظم السلوك

التجمعى ؟ وبالمعنى الايجابى يمكننا ملاحظة أن التجمع يزيد غالبا من المحافظة على حياة أفراد المجموعة . وتميل الأفراد الموجودة فى تجمعات الى تحقيق معدل وفيات أكثر انخفاضا من معدله بين الأفراد التى تعيش منفصلة بعضها عن بعض . ان الجماعة توفر الحماية ضد هجمات الأنواع المفترسة ، وتعمل باستمرار على تحوير المناخ المحدود أوالمأوى المحدود ، حيث تعيش بالكيفية التى تجعل أفراد المجموعة أقل تأثرا بالفترات المناخية المعاكسة من تلك الكائنات التى تعيش منفصلة بعضها عن بعض . ففى خلية النحل تتولد حرارة كافية تساعد على استمرار بقاء أفراد المستعمرة فى أثناء درجات البرودة الليلية التى لابد أن تقتل أفراد النحل خارج الخلية . أما الجانب السلبى الرئيسى للتجمع فهو تزايد المنافسة الرهيبة على طلب الضوء أو مواد التغذية الدقيقة أو الطعام أو المكان .

التركيب الاجتماعى والتفرق :

انه كما لاحظنا فان درجة الميل الاجتماعى لدى النوع الحيوانى هى التى تؤثر فى توزيع أعضاء الجماعة السكانية . وهناك ثلاثة أنماط من التركيب الاجتماعى تؤثر فى التفرق ، وهى معيشة المستعمرات ومعيشة التبعية المتدرجة تحت سلطة الزعيم ، ووجود المجتمعات الفعلية التى يعيش فيها كافة أفراد الجماعة السكانية حياتهم الخاصة .

معيشة المستعمرات :

تعيش عادة معظم الفقاريات واللافقاريات العليا حياتها الكاملة فى منطقة محدودة . وتسمى هذه المساحة الخاصة بالأنشطة المعتادة باسم مجال الوطن . وهو المكان الذى يقوم فيه الحيوان بالبحث عن الطعام والتزاوج وتربية صغاره وما الى ذلك . فاذا كانت هذه المساحة كلها أو بعضها يجب الدفاع عنها بنشاط فان القسم المحمى منها يسمى

مستعمرة • ويقــوم الفرد أو الزوج من ذكر وأنثى أن مجموعة الأسرة بحماية هذه المساحة ضد عدوان أى فرد آخر • ومن الطبيعى أن ينتج عن هذا توزيع تخصيص الأماكن داخل البيئة فيما بين الجماعة السكانية ، ويتعلق ذلك عادة بالموارد وخاصة مصادر الطعام أكثر مما يتعلق بمجرد المكان • ويمكن أن نرى مثالا حسنا لهذا السلوك الاستعمارى فى حالة جماعات القرد الأمريكى العــواء الذى يقطن غابات الأراضى المنخفضة فى المناطق الاستوائية الأمريكية • وتتحول جماعة سكانية صغيرة من هذه القرود كوحدة وتحتفظ لنفسها فى كل موقع بحدود مســتعمرة تدافع عنها ضد كافة الجماعات الأخرى التى من نفس نوعها العواء • ويتم لها ذلك باطلاق صرخاتها الجماعية فى ساعات الصــباح المبكر لتنذر غيرها من جماعات العواء فلا تقترب من مستعمرتها المحمية •

وهناك ثلاث مزايا للتفرق فى المستعمرات المنفصلة وهى :

١ ــ تقليل التنافس بين الأفراد •

٢ ــ الاحتفاظ بالطاقة التى تتبدد فى المشــاحنات العــدائية بين جميــع الأفراد اذا كانوا متقاربين فى معيشــة واحدة ، ولا تظهر هذه المشاحنات الا فى الأوقات الحرجة مثل فصل التزاوج •

٣ ــ امتناع التزاحم وعدم نضوب مصدر الطعام •

معيشة التبعية الاجتماعية :

هى تعنى ببساطة سلسلة من العلاقات المختصة بالسيطرة والتبعية داخل الجماعة السكانية • ويقال لهذه المعيشــة انها الخضــوع لقوة المنقار ، حيث تشاهد عدة بين الدجاج وغيره من الطور المنزلية • ويتربع على القمة أشد الأفراد عدوانا ، وتكون له حرية تأديب غيره من الطيور بقوة المنقار • ويســتقر فى القاع أقل الأفــراد عدوانا وقد تنقره كل

الطيور التى تعلوه فى تدرج التبعية الاجتماعية • وفى النظام المغلق مثل سرب من البط فى مزرعة يصعب مشاهدة كيفية امتداد هذه العلاقة الى نوع من التفرق • ولكن فى الحياة البرية فانه ينتج فى الغالب عن مثل هذه المعيشة التبعية طرد قطاع من الأتباع الذين يضطرون للانتقال الى مجالات جديدة •

وفى حالة جماعات القرد الأفريقى الرباح تنسلخ مجموعات صغيرة من الأتباع تضم ذكورا واناثا حين يصبح هناك عدد من الذكور البالغة الكبيرة الحجم بالدرجة التى يمكن لكل منها السيطرة على احدى المجموعات • وفى حالة قطعان الغزلان أو الأيائل أو التياتل فى موسم طلب التزاوج تتشكل من الذكور تبعية السيطرة ، حيث تكون السيادة لكل من هذه الذكور الأشد قوة على حريمه من الاناث • وترغم الذكور المستبدة غيرها من الذكور الصغيرة أو البالغة الضعيفة على التفرق فى المناطق المجاورة لمجال وطن الجماعة السكانية • وبعد أن ينتهى موسم التزاوج ينصلح حال القطيع •

معيشة المجتمعات :

أحيانا ما تشكل الكائنات الحية فى الطبيعة مجتمعات عالية التنظيم ، لا يستطيع الفرد أن يحافظ على حياته خارجها • وربما يبدو الأمر محيرا حين وصف جماعة سكانية لأحد الأنواع تحتوى مستعمراتها أو مجتمعها على زوج خصيب واحد ، وجميع ما عداه من الأفراد هم شغالة عقيمة • وتعتبر الحشرات الاجتماعية مثل النمل الأبيض أى الأرضة والنمل المعتاد والزنابير والنحل أنها أمثلة حسنة للكائنات التى تعتمد حياتها على المجتمع • وربما يكون من الصواب القول عن الجماعة السكانية للنوع من هذه الحشرات أنها تشمل كافة المستعمرات المتفرقة خلال منطقة معينة • وتتخذ المستعمرات أماكنها فى البيئة تبعا لتوافر

الموارد اللازمة لحياة أفرادها . وفى الحقيقة فان كل مستعمرة هى امتداد وراثى لزوج خصب واحد ، ويشمل ذلك الامتداد لكل الشغالة العقيمة وغيرها من السلاسات التى تنبثق من الاسهام الوراثى لهذا الزوج من خلال انتاج الملكة لملايين البيض طوال فترة حياتها . وربما يصل عدد الأفراد العقيمة التى تعمل معا من أجل الابقاء على حياة الزوج الخصيب فى المستعمرة الى عدة ملايين شغالة . ونظرا لتأسيس مستعمرات جديدة بواسطة الأفراد الخصيبة البالغة التى تغادر المستعمرة الأصلية عدة مرات كل عام وتستقر بالقرب منها ، فان تفرق الجماعة السكانية يشمل فى الحقيقة جميع المستعمرات فى مثل هذه المساحة الواحدة ، وتكون المستعمرات الشديدة القرب بعضها من بعض عرضة للفناء نتيجة للتنافس على الطعام . وللتكيف مع هذا الاحتمال يتم بعناية شديدة اختيار التفرق الملائم للمستعمرات . وتعمل الملكات الجديدة على الطيران مسافة كافية بعيدا عن مستعمرتها الأصلية أو مجتمعها الذى سوف تؤسسه من حولها حين تضع فيه بيضها والا ضاعت بفعل منافسة المستعمرات الأقدم والأضخم والأفضل تأسيسا فى نطاق الجماعة السكانية بأكملها .

الانتشار السكانى :

كانت مناقشتنا للتفرق وهو أنموذج توزيع الكائنات خلال الجماعة السكانية الواحدة تفترض التحرك الطبيعى للأفراد على المستوى المحلى . ويمكننا الآن معالجة مسألة الانتشار السكانى بالمعنى الأوسع ، وهو تحرك الأفراد داخل أو خارج منطقة الجماعة السكانية .

ويتخذ هذا الانتشار ثلاث صور هى : الهجرة والنزوح والمهاجرة الدورية .

الهجرة :

هى الانتقال فى الاتجاه الواحد من المناطق المجاورة الى منطقة توجد بها جماعة سكانية قائمة ، أو تكون منطقة غير مسكونة . وتنجح عادة هذه الهجرة بالنسبة للمهاجرين فى حالة فقط ما اذا كانت الجماعة السكانية التى ينتقلون اليها ليست مزدحمة العدد بالنسبة لمواردها المتاحة .

النزوح :

هو الانتقال فى الاتجاه الواحد للانسلاخ عن جماعة سكانية . ويحدث عادة نتيجة لشدة الازدحام بفعل زيادة التكاثر أو نتيجة لضغوط بيئية مثل الجفاف أو الجدب .

المهاجرة :

هى الارتحال الدورى التى يقوم بها الأفراد ثم العودة من والى منطقة جماعتها السكانية . وغالبا ما تملؤنا الدهشة والحيرة من البراعة الملحوظة فى مهاجرة الحيوانات المسجلة فى أخبار التاريخ الطبيعى وعلم البيئة .

وانه مما يستحق الاهتمام أن نعرض بالتفصيل لعدة مشاهد وخطوط من هذه الصور التى تقوم على الهجرة ، حيث يوضح الاستقصاء العلمى وظائف النزوح والمهاجرة كعوامل للانتشار تشكل نمو وكثافة الجماعة السكانية .

ان السلحفاة البحرية الخضراء توجد فى المحيطات حول الدنيا ، واكتسبت شهرتها بسبب أطباق الحساء التى يعدها كبار طهاة لندن من لحومها ، واستخدام هذه اللحوم فى تموين السفن . وتنفصل جماعاتها السكانية بسبب عادتها فى التزاوج ووضع البيض فى أماكن متسعة متباعدة بعضها عن بعض حتى لو أنفقت وقتا كثيرا فى أماكن التغذية

المشتركة . وتضع الجماعة السكانية بيضها على شواطئ جزيرة أسنسيون النائية فى جنوب وسط المحيط الأطلسى التى تقع على بعد نحو ١٢٠٠ ميل من الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية عند البرازيل . وبالرغم من ذلك البعد فان السلحفاة البحرية الأنثى تزور هذا الموقع خلال تاريخ حياتها العجيب على فترات كل عامين أو ثلاثة أعوام ، وتمضى الأشهر الكثيرة بين فترة وأخرى وهى تتناول الطعام مع غيرها من الأفراد البالغين على طول شواطىء البرازيل . وحين يأزف الوقت لدى الأنثى كى تضع بيضها تسبح مسافة ١٢٠٠ أو ١٤٠٠ ميل من موطنها عند شواطىء البرازيل الى هذه الجزيرة المحيطية الدقيقة الحجم حيث لا تزيد مساحتها عن ٦×٧ أميال . ويكون ابحارها فى أعالى البحار يعتمد فيما يبدو على الاسترشاد الفلكى أو بحاسة الشم . وتظهر فى شهر أبريل على أراضى عشها فوق جزيرة أسنسيون مع مئات غيرها من الاناث والذكور التى جاءت من الساحل البرازيلى . وتضع الأنثى نحو ١١٥ بيضة فى حفرة تحفرها فى الرمال ، وبعدها تغادر الشاطىء حيث لا تعود الا بعد عدة أعوام . وفى خلال هذه الزيارة تتزاوج مع أحد الذكور تحت مياه الشاطىء الصخرى الصاخبة الأمواج ، ويتم اخصاب البيض المتكون داخل الأنثى والذى سوف تضعه كل عامين أو ثلاثة . وحين يفقس البيض بعد ستين يوما من وضعه فان السلاحف الصغيرة تسرع مباشرة بعد الفقس للابحار من الشاطىء نحو البحر حيث تسبح مع التيار الاستوائى حتى يصل بها الى النتوء البارز من أرض البرازيل . وهناك تكبر الصغار وتتغذى على عليقة من حشائش السلحفاة فى قاع البحر قرب الشواطىء الغنية بهذه الحشائش ، وتتكرر الدورة بعودة الأفراد البالغين الى جزيرة أسنسيون حين ينضجون جنسيا بعد عدة سنوات . وحين يعودون فان ٨٠٪ منهم يتجهون الى ذات الشاطىء من الجزيرة الذى ظهروا للحياة عليه .

وانه من أجل تفسـير هذا التسلسل الزمنى الملحوظ فى سـلوك المهاجرة ينبغى التـأكيد على منافعها البيئية ٠ ان الجماعية السـكانية الجسيمة من آلاف السلاحف البحرية الخضراء التى لابد لها أن تتجمع يوما ما وقت التكاثر استعدادا للمهاجرة نجدها فى زمن التغذية والنمو تستفيد من المياه الضحلة الدافئة عند الساحل البرازيلى والبحر الكاريبى فى أغراض التغذية فيقلل انتشارها فى هذه المساحة المترامية من ضغط التكالب على مرعى حشائش السـلحفاة ٠ واذا ما ظلت جميـع هذه السلاحف مقيمة دائما فى مساحة مقيدة بطول الساحل البرازيلى تعشش للبيض وتسعى للطعام فى نفس الموقع يكون من المحتمـل ألا تتوافر الحماية فى البيئة الساحلية سوى لجماعة سكانية منها صغيرة العـدد ٠ انها حين تعشش للبيض على الشواطىء المهجورة النائية تكون فى مأمن من ضغط الافتراس الذى قد يتعرض له البيض وصـغار السـلاحف الحديثة العهد بالحياة ٠ ويظهر هذا التدفق المفاجىء من الفرائس الممكنة خلال فترة قصيرة من الوقت ونادرة للغاية بحيث لا تتمكن الحيوانات المفترسة من تطوير عاداتها لتتخصص فى افتراس المراحل التى هى عرضة للهجوم فى دورة حياة السلحفاة البحرية ٠

ومجمل القول أن سـلوك المهاجرة الدورية ودورة تجمع الأفراد البالغين من أجل تكاثر الذرية ثم الانتشـار من أجل التغذية هو أمر يبدو أنه يساعد على زيادة استقرار عدد الجمـاعة السكانية للسلحفاة البحرية الخضراء ومن ثم يستمر بقاؤها على قيد الحياة ٠

ان حيوان المنك القطبى وهو نوع من الفئران ذيولها قصيرة ويغطى أقدامها الفراء يقوم بالنزوح استجابة لتزايد ازدحام أفراده ولا يحـدث له تحرك للعودة ٠ وهذه القوارض الصغيرة يزداد عددها دوريا بشكل هائل ٠ ومن المعروف فى شمال أوربا أنها تسـير بالملايين عبر الأراضى

وتلتهم كل شيء يمكن أكله فى طريقها . وعند وصولها الى الساحل يموت أكثرها غرقا . وتمتلىء بطون الحيوانات المفترسة شبعا من العدد الهائل من الفرائس ويكون ذلك عديم الجدوى فى انقاص عدد هذه الموجات المنتشرة ، ويكون سلوك المهاجرة وحده هو الكفيل بانقاص عدد فئران المنك القطبية الى الحد الذى يمكن للبيئة أن تبقى على حياته . وسوف تتعرض لتنظيم عدد السكان فى هذه الثدييات المثيرة للاهتمام بتفصيل أكثر فى الباب التالى من الكتاب . ويمكننا مؤقتا أن نشير الى أن الميزة البيئية لتنظيم عدد السكان عن طريق النزوح هى أن الحيوانات المتبقية سوف تستطيع الاستمرار فى التوالد وتعطى نواة للجيل التالى دون أن تتعرض للاجهاد البيئى المميت من كثرة التزايد فى العدد .

وتعتبر الأنواع المهاجرة من الطيور المائية أمثلة تقليدية للكائنات التى تنتفع بعيد المدى كنوع من الاستجابة التكفيفية لوفرة الغذاء الموسمية . ففى نهاية موسم الربيع من كل عام تطير أسراب الأوز والبط شمالا نحو المنطقة القطبية ، حيث تتزاوج وتبيض وتربى صغارها . وحين تصبح الصغار قادرة على الطيران فى آخر فصل الصيف تبارح الطيور البالغة مع صغارها القادرة معا أراضى التعشيش ، وتطير آلاف الأميال صوب الجنوب نحو المناطق الاستوائية والحارة حيث تمضى هناك فصل الشتاء .

ونتيجة للدراسات على بيانات أسراب طيور البط والأوز التى أجراها عالم الأحياء فردريك لنكولن بمساعدة من المصلحة الأمريكية لخدمة الأسماك والحياة البرية فانه اكتشف وقرر فى عام ١٩٣٥ وجود أربعة مسارات عظيمة تملكها هذه الطيور المهاجرة فى أمريكا الشمالية . وأوضحت الدراسات التى تلت ذلك أن معظم أو جميع الطيور الأمريكية المهاجرة الأخرى تملك نفس المسارات . وأن كل مسار هو منطقة

جغرافية فسيحة تشمل أراضى التكاثر وأراضى لتمضية الشتاء التى ترتبط بشبكة جوية من ممرات الطيور المهاجرة ويكون لكل مسار جماعاته من الطيور التى تستخدم نفس الطريق كل خريف وربيع • وفى أثناء موسم التعشيش يشترك فى أراضى التكاثر الشمالية طيور ، وان كانت من نفس النوع الا أنها تنتسب على حسب قدومها الى مسارات مختلفة •

وتوفر أراضى المشاتى الحارة الطعام المناسب للطيور البالغة المهاجرة طوال ذلك الجزء فقط من العام الذى تتواجد فى أثنائه الطيور هناك • ويؤدى التنافس مع أنواع الطيور المقيمة هناك على الطعام والمكان الى تحديد عدد جماعة الطيور المائية التى تتكاثر فى المناطق الحارة ولا تغادرها • وهكذا فانه فى أثناء موسم التكاثر تتمتع هذه الطيور المهاجرة بميزة وفرة الطعام فى المنطقة القطبية وتجد المكان الفسيح لتربية صغارها •

وانه طبعا بعيدا عن التركيب الاجتماعى واللزوميات التطويرية المتعددة للسلوك المتكيف مع المهاجرة ينبغى أن نعلم أن انتشار الكائن تتحكم فيه بشكل كبير العوائق الطبيعية • وقد تكون هى عوائق بيئية مثل المأوى غير المناسب أو عوائق جغرافية أوسع مثل الجبال بالنسبة لنوع من الكائنات الصحراوية أو عائق مسطح مائى كبير بالنسبة لنوع من الكائنات الأرضية • وكذلك فان المقدرة على الحركة عند الكائن تؤثر بشكل كبير على درجة انتشاره • وان مقدرة معظم الطيور على الطيران مسافات طويلة تفوق كثيرا مقدرة معظم الفراشات مثلا • وينبغى أن تتذكر طوال هذه المناقشة أن حركة الأطوار المنتشرة غير الناضجة مثل البذور والبيض واليرقات وحبوب اللقاح لها نفس الأهمية البيئية

فى تحديد تفرق النـوع بنفس القـدر الذى لحركة الأفراد البـالغين أنفسهم • وأخيرا فان المعنى البيئى للتفرق والانتشار يتضـح فى مدى نمو وتنظيم عند الجماعة السكانية نفسها •

الخلاصة :

ان الجماعة السكانية هى مجموعة الكائنات التى من نفس النوع وتعيش فى مكان معين • ويمتلك مثل هذا التجمع صفات ينفرد بها فيما يتعلق بالتفرق والانتشار والكثافة العددية والمواليد والوفيات والتوزيع العمرى والقوة الحيوية الكامنة وشكل النمو •

وقد تناولنا فى هذا الباب الخصائص الثلاث ، الأولى تحت عنوان التركيب الاجتماعى للجماعات السكانية • ويمثل التفرق أنموذج التوزيع الداخلى للأفراد خلال الجماعة السكانية ، وقد يكون التفرق عشوائيـا أو منتظما أو بالمجموعات • ويعتبر نموذج التفرق بالمجموعات هو أكثرها شيوعا ويحدث بسبب الاختلافات غير العشـوائية التى تصادف الموطن المحلى ويسبب الميل الاجتماعى وعمليـات التكاثر ، ولو أن التجمـع يؤدى الى الزيادة الرهيبة فى التنـافس بين الأفـراد • وتوجد أنماط رئيسية من التركيب الاجتماعى تؤثر فى التفرق وهى معيشة المستعمرات ومعيشة التبعية ومعيشة المجتمعات •

ويتخذ تحرك الأفراد داخل أو خارج منطقـة الجماعة السـكانية ثلاث صور من السلوك الانتشارى وهى الهجرة أو النزوح أو المهاجرة •

وانه مما يؤثر فى الانتشار السكانى بشكل كبير ، العوائق الطبيعية والسلوك التكيفى والمقدرة على الحركة لدى الأفراد •

الباب الخامس
النمو السكاني والتنظيم الضبطي

عن سفر الجامعة من التوراة فى الأصحاح الثالث الآيات ١ ، ٢ ، ٣ :

١ ــ لكل شيء زمان ولكل أمر تحت السماوات وقت .

٢ ــ للولادة وقت وللموت وقت . للغرس وقت ولقلع الغروس وقت .

٣ ــ للقتل وقت وللشفاء وقت . للهدم وقت وللبناء وقت .

ان النمو السكانى هو التزايد فى عدد الأفراد الذين يشكلون أحد التجمعات . وليس النمو هو بالضرورة نتيجة زيادة عدد المواليد عن عدد الوفيات ، ولكنه كما سوف نرى قد يكون بسبب تزايد فرص البقاء أو نتيجة للتحرك صوب منطقة مأهولة بأفراد جدد من نفس النوع أو بغير ذلك من العوامل . ويؤدى نمو الجماعة السكانية دون التزايد فى النزوح أو استبعاد بعض الأفراد بأى طريقة أخرى الى الزيادة فى الكثافة السكانية التى تعنى ببساطة حجم الجماعة السكانية خلال وحدة مكانية محددة .

الكثافة السكانية :

تقاس الكثافة السكانية عادة ويعبر عنها بعدد الأفراد لكل وحدة مساحة أو وحدة حجم . وقد نقيس الكثافة السكانية الخام وهى تعنى العدد أو الكتلة الحيوية لكل وحدة من المكان الكلى الذى يشمل كافة أنحاء الوسط الخارجى المحيط فى حدود مساحة الوحدة المذكورة . وبدلا من ذلك فقد يقيس عالم البيئة العدد أو الكتلة الحيوية لكائنات النوع لكل وحدة من مكان المأوى ، أى الموطن المأهول بأفراد النوع . ويعرف الموطن المأهول بأنه المساحة الصالحة لمعيشة النوع والتى ربما تكون أصغر من المكان المحلى الكلى الذى يشمل صخورا ومستنقعات

أو غيرها من المأوى التى قد تكون غير مناسبة لأفراد النوع • ويعرف مقياس الكثافة السكانية فى هذه الحالة بأنه الكثافة السكانية النوعية أو البيئية • وهى تعنى عدد الأفراد فى المنطقة التى تكون صالحة فعلا كى تستعمرها الجماعة السكانية • ومن الطبيعى أنه دائما توجد بعض الأماكن خلال تفرق الجماعة السكانية لا تصلح لشغلها وقد يكون ذلك ببساطة ، لأن كائنات أخرى تستعملها أو بسبب يختص بصفاتها الطبيعية • وعلى هذا فان المقياس المفضل هو الكثافة السكانية النوعية •

وتوجد صعوبة شائعة هى أنه لا يمكن قياس هذه الكثافة السكانية سواء الخام أو النوعية فى الوقت الذى تكون فيه الجماعة السكانية قد أخذت فى تغيير حجمها وعندها قد لا يعنى التقدير شيئا كثيرا •

وذلك لأن حجم الجماعة السكانية يمكن أن يتغير بسرعة كبيرة وخاصة فى حالة النباتات والحيوانات الدنيا مثل الطحالب وحشرات التربة التى لاتلبث أجيالها من العمر الا قليلا • وفى مثل هذه الأحوال فان كثيرا من طرق القياس السكانى سوف تعطينا أرقاما أقل من التقدير الفعلى أو أكثر منه بصورة جسيمة • وربما يكون القياس المضبوط هو أيضا بالغ الصعوبة بسبب المنطقة الكبيرة التى تقطنها الجماعة السكانية أو بسبب التوزيع غير المنتظم للأفراد • ولهذا فان علماء البيئة يجدون غالبا أن « معامل الوفرة النسبية » هو أكثر المراجع الاحصائية نفعا عن أرقام الكثافة المطلقة • ويتضح ذلك مثلا حين تحديد درجة اصابة بستان البرتقال بحشرة البق الدقيقى الحمراء ، فبدلا من احصاء عدد الحشرات لكل فدان من اثنين من البساتين المختلفة ، يكون من الأفضل احصاء العدد المتوسط من حشرات البق الدقيقى لكل شجرة برتقال فى كل من المساحتين • ويكون القول بأن هناك ٥٠٠٠ حشرة بق دقيقى لكل شجرة برتقال فى البستان الأول ، مقابل ٢٠ حشرة بق دقيقى لكل شجرة

برتقال فى البستان الثانى هو أفضل مؤشر للاصابة النسبية الشديدة بدلا من تقدير عدد الحشرات بالتخمين لكل فدان ، وخاصة وأن أشجار البرتقال التى تعول هذه الحشرات ربما تكون مختلفة الأعمار والأحجام فى المساحتين ، أو متباعدة المكان فى مساحة عنها فى الأخرى .

وأيا كان طبعا مقياس الكثافة المستخدم فانه ينبغى أن يكون معروفا أن الجماعات السكانية نادرا ما تظل ثابتة الحجم وأن هناك عادة اضافات لأفراد جدد بالمواليد والهجرة كما أن هناك فاقدا بالوفيات والنزوح فى الجماعة الواحدة . ونسمى اتجاه العدد الناتج باسم النمو السكانى الموجب أو السالب على حسب ما تزيد به الاضافة عن الفقد وهو يؤثر كثيرا على الكثافة السكانية . وسوف نبحث العوامل المكونة للنمو السكانى وبعدها تتناول موضوع تنظيم نمو الجماعة السكانية وحجمها .

النمو السكانى :

يتحكم فى النمو الكلى لاحدى الجماعات السكانية ثلاثة عوامل رئيسية هى معدل المواليد ، ومعدل الوفيات ، ونسبة البقاء على قيد الحياة . وتحدد هذه العوامل أنموذج الزيادة أو النقص فى عدد أفراد الجماعة السكانية .

معدل المواليد :

ان معدل مواليد الجماعة السكانية هو ببساطة الزيادة الناتجة فقط من المعدل الطبيعى للتكاثر ، وطبعا فانه يندر بلوغ أقصى معدل ممكن للمواليد لأن الظروف النموذجية اللازمة لأقصى ناتج من الأفراد الجدد لا يتوافر وجودها فى الأحوال الطبيعية .

وان الظروف النموذجية هي التي لا تحدها قيود بيئية وبهذا يكون التكاثر محدودا فقط بالعوامل الفسيولوجية مثل أقصى انتاج ممكن للبيض لكل وحدة زمن • ولهذا سوف نستخدم اصطلاح « معدل المواليد » للدلالة على الزيادة الملحوظة فى عدد الجماعة السكانية الناتجة عن التكاثر تحت مجموعة معينة من الأحوال البيئية • وعلى العكس من أقصى معدل ممكن لمواليد نوع متكيف فى معيشته مع منطقة معينة فان هذا المعدل الفعلى للمواليد ليس ثابتا ولكنه يختلف تبعا لحجم وتركيب الجماعة السكانية فضلا عن العوامل البيئية الطبيعية المحيطة •

ويعبر عادة عن معدل المواليد بالعلاقة $\frac{\text{د ع}}{\text{د ن}}$

حيث د ع هو عدد الأفراد الجدد الناتجين داخل الجماعة السكانية ،
حيث د ن هو تغير الزمن •

ويبين ذلك مقدار العدد الناتج من الأفراد الجدد لكل وحدة زمن • ويكون معدل المواليد لسرب من الدجاج ينتج ٩٠ كتكوتا جديدا لكل شهر هو تقريبا ٣ / يوم أى ناتج قسمة ٩٠ على ٣٠ يوما وعادة فان الأخصائيين فى الدراسات السكانية للانسان يعبرون عن معدل المواليد بأنه عدد المواليد أحياء لكل ألف من أعضاء الجماعة السكانية لكل وحدة زمنية • وهنا نقسم العدد الكلى للأطفال الجدد فى العام الواحد على حجم الجماعة السكانية عند النقطة المتوسطة من الفترة الزمنية المقررة لنستخرج عدد المواليد لكل شخص • وبعد ذلك نضرب هذا العدد فى ألف لنحصل على عدد المواليد لكل ألف من الأشخاص • وهكذا فقد كان يوجد فى عام ١٩٧١ نحو ٣,٧٦٩,٠٠٠ مواليد أحياء فى الولايات المتحدة • وفى منتصف عام ١٩٧١ كان تقدير عدد سكان البلاد هو ٢٠٧,١٠٠,٠٠٠ نسمة • وبناء

عليه يكون معدل المواليد فى عام ١٩٧١ هو خارج قسمة ٣٫٧٦٩٫٠٠٠÷٢٠٧٫١٠٠٫٠٠٠=٠٫٠١٨٢ ونظرا لأن ذلك هو المعدل لكل شخص من الجماعة السكانية فانه يضرب ٠٫٠١٨٢×١٠٠٠=١٨٫٢ فيكون الناتج هو معدل المواليد فى الولايات المتحدة فى أثناء عام ١٩٧١ ٠

معدل الوفيات :

يشير معدل الوفيات الى عدد الأفراد الذين يموتون فى أثناء كل وحدة زمن ٠ ويعتبر أقل معدل ممكن للوفيات مساويا للفقد فى عدد الجماعة السكانية تحت الظروف النموذجية أو غير المقيدة ٠ هذا وحتى مع أفضل الأحوال البيئية فان الأفراد يموتون بسبب التقدم فى العمر عند نقطة تتعين بواسطة امتداد الأجل الفسيولوجى ٠ ويعتبر معدل الوفيات الفعلى المشاهد أنه هو معدل فقد الأفراد تحت ظروف بيئية معطاة بحيث تكون عوامل الافتراس والحوادث والتنافس وغيرها تسهم فى حدوث الوفيات ٠ وهذا المعدل الفعلى للوفيات هو ما نعتبره عادة معدل وفيات الجماعة السكانية الطبيعية ٠

وبينما يجرى التعبير عن معدل الوفيات لمعظم الأنواع بأنه عدد الكائنات التى تموت لكل وحدة زمن فمثلا ٨٥ غزالة تموت كل عام من الجماعة التى تقطن غابة معينة نجد أن الأخصائيين فى الدراسات السكانية يصفون معدل الوفيات فى الجماعات السكانية للانسان بأنه عدد المتوفين لكل ألف من أعضاء الجماعة السكانية لكل عام ٠ فمثلا فى عام ١٩٧٠ كان معدل الوفاة فى الولايات المتحدة ٩٫٦ لكل ألف من الأفراد فى الجماعة السكانية الكلية ٠

النسبة المئوية للباقين على قيد الحياة :

ويقصد بها النسبة المئوية لعدد الأفـراد الذين يعيشـون خلال أعمار متعددة داخل الجماعة السكانية ٠ ويعبر عنها عادة بالمنحنى البيانى للبقاء ، وفيه يرسم الخط البيانى ليوضح نسـبة الباقين لكل ألف من المواليد بين أقصى عدد من هؤلاء الألف حتى وفاة آخر فرد منهم ، وبين أقصى اتساع لفترة حياة النوع أى عمره بالأعوام ٠

ففى حالة جماعة سكانية بالغة من ذبابة دروسـوفيلا ، أى ذبابة الفاكهة يحتفظ بها داخل زجاجة فى المعمل لتهلك جوعا ، فان معظم هذه الحشرات تعيش طول فترة حياتها الممكنة فى ظروف الهلاك جوعا ثم تبدأ بعدها جميعا فى الوفاة فى الحال فيسجل منحنى البقاء البيانى لها انحدارا رأسيا قرب نقطة أقصى اتساع لفترة الحيـاة فى ظروف الهلاك جوعا ٠ ويعتبر هذا الأنموذج للبقاء نادرا للغاية فى الطبيعية ونظرا لأن العوامل البيئية تؤدى عادة الى قتل جانب من الجماعة السكانية فى مطلع العمر ٠

وفى حالة الانسان وكثير غيره من الحيوانات الأضخم يبدأ المنحنى البيانى للبقاء بهبوط ابتدائى فى عدد الباقين على قيد الحياة ، وتستمر بعدها فترة من البقاء الحسن حتى وفاة الأفـراد بتقدم العمـر ٠ واذا استمرت الكائنات فى البقاء حية خلال فترة طفولتهـا على ما فيهـا من معدل وفاة مرتفع نسـبيا تكون لديهـا فرصة حسنة للحياة الى الحد الأقصى بأكمله من اتسـاع فترة الحيـاة للنوع فى تلك المنطقـة التى يعيش فيها ٠

هذا وقد يثبت معدل الوفيات لدى كل الأعمار كما هو الحال فى المنحنى البيانى لبقاء جماعة سـكانية من حيوان الهيدرا وهى من نوع

الحيوانات الجوفمعوية ، أى عديمة الأحشاء وتعيش فى المياه العذبة فيظهر المنحنى البيانى فى هيئة خط مستقيم .

وتبدى الطيور ذات الريش هذا الشكل أيضا من المنحنى البيانى للبقاء حيث يكون معدل وفياتها عند أى عمر بعد أن ينبت ريشها متساوى الاحتمال .

وعلى العكس اذا كان معظم الأفراد يموتون مبكرا ومن ينجو منهم ينخفض لديه معدل الوفيات ، فاننا نحصل على منحنى بيانى يماثل حالة المحار فى قاع البحار . ان عددا هائلا من يرقات المحار تهلك بمجرد الفقس بسبب ما يقابلها من أخطار حيث تحملها التيارات المائية السائدة فى بيئتها البحرية ، وهذه اليرقات الدقيقة معرضة بصفة خاصة للافتراس ، ولأن تلقى بها التيار فى أماكن لا تساعدها على البقاء حية حين تستقر فى قاع البحر كأفراد بالغة لا تبارح مكانها . وهكذا فان المنحنى البيانى لبقاء الجماعة السكانية من المحار يهبط سريعا عند بدايته . وتكون اليرقات القليلة التى تمسك بطبقة سفلية مناسبة هى التى يمكنها البقاء حية .

ومن الواضح أن أنموذج البقاء على قيد الحياة بالنسبة لجماعة سكانية يعتمد على مدى الضغوط البيئية التى تتعرض لها كل مجموعة ذات عمر معين . واذا غابت كل القيود البيئية يمكن توقع استمرار بقاء المجموعة مائة فى المائة حتى تصل الى أقصى اتساع لفترة الحياة . وفى هذه الحالة يمكننا توقع مشاهدة أقصى معدل ممكن للزيادة فى الجماعة السكانية نظرا لأن جميع الأفراد فى كل جيل تبقى حية حتى عمر التكاثر . وانه بالرغم من ندرة حدوث ذلك فان مدرك هذه القوة الحيوية الكامنة أو الجهد الحيوى مقيد لأنه يتيح لنا تقدير مدى القيود البيئية السائدة أو ما نسميه المقاومة البيئية .

الجهد الحيوى :

يقصد بالجهد الحيوى ببساطة أنه معدل النمو الممكن فى جماعة سكانية تحت ظروف نموذجية . وهكذا فان هـذا المعدل لأقصى نمو يعادل الفرق بين أقصى معدل مواليد وأقل معدل وفيـات بدون قيود خارجية مثل نقص الطعـام أو الافتراس أو التطفل أو التنـافس على المكان . ونظرا لأن هذه العوامل المقيدة للنمو توجد عادة فى الأحوال الطبيعية فاننا فى الحقيقة نجد ونقيس فقط المعدل المؤكد للزيادة . وان الفرق بين الجهد الحيوى كما يقاس تحت الظروف النموذجية فى المعمل أو من التقدير الكلى لانتاج البيض ، وبين المعدل المؤكد للزيادة يعطينا مقياسا للمقاومة البيئية الموجودة ونقصد بها كل العوامل المقيدة فى البيئة والتى تؤثر على هذه الجماعة السكانية بالذات .

ونظرا للتداخل بين الجهد الحيوى والمقاومة البيئية فان الجماعات السكانية تميل الى أن يكون لهـا أنموذج زيارة مميزة « قالب النمو السكانى للجماعة » وهو ماسنبحثه فيما يلى بالتفصيل .

قالب النمو السكانى :

حين تكون الظروف نموذجية تقريبا فقد تزداد الجماعة السكانية عددا بسرعة كبيرة حقا وبمعدل يقارب جهدها الحيوى . ففى المدة من عام ١٨٧٩ حتى عام ١٨٨١ كان قد أطلق عدد ٤٣٥ من سمك ذئب البحر المخطط فى خليج سان فرانسسكو بعد نقلها من منطقة بوسطن . ولم يكن موطن سمك ذئب البحر الأصلى فى مثل هذه البيئة البحـرية من المحيط الهـادى ، ولم تكن تواجهه من قبـل مثل ما وجده من أعداء طبيعيين وعوامل تقييد أخرى . وفى عام ١٨٩٩ تم صيد أكثر من مليون

رطل من سمك ذئب البحر وهذا بالنسبة لعـام واحد فى خليج سـان فرانسسكو • وتمثل مثل هذه الزيادة الانفجارية فى الجماعة السكانية واحدا من قوالب النمو السكانى المتطرفة ويوضحها بيانيا منحنى شكل حرف جى باللغة الانجليزية أو ما يسمى منحنى النمو الأسى •

منحنى النمو الأسى :

انه فى جميع الأنواع أو الأحوال التى يمثلها هذا الطراز من قوالب النمو تزداد الكثافة السكانية بسرعة وفقا للنمط الأسى أو نمط الربح المركب • وأنه كلما أضيف عدد أكثر من الأفراد الى الجماعة السكانية أسرعت الجماعة فى التزايد ، لأن هؤلاء الأفراد المضافين يتكاثرون هم أيضا ، ومن ثم يزيدون معـدل النمو الكلى للجمـاعة • وتماثل هذه العملية الربح المركب فى البنوك الذى يتعاظم كل يوم حيث يضاف الربح الى رأس المال المودع ، فتتسع القاعدة التى تحسب عنها الفائدة فى المرة التالية • وهذا المعدل الأسى فى النمو ربما يتوقف مرة واحدة تبعا لمـا تصبح عليه فجأة المقاومة البيئية زيادة أو نقصا وحينئذ تعانى الجمـاعة السكانية من الافلاس العددى بصرف النظر عن الكثافة السـكانية • وهذا الأنموذج من النمو السكانى هو مميز للحشرات ذات الاتسـاع القصير فى فترة الحياة مثل حشرة التربس التى تمتص عصارة النبات ، ومثل معظم النباتات الحولية • فالجماعة السكانية تنمو بسرعة كبيرة فى أثناء فترة الطقس المفضل ، وهو الربيع والصيف ثم تفلس عدديا بسرعة حين يتغير الطقس فى الخريف • ونجد طوال عدة أعوام أنه تطرأ تغيرات موسمية على الجماعة السكانية من حشرة التربس البالغة ، والتى تعيش على الورد بحيث انها تكون قد أوضحت بانتظام قمما سكانية فى الصيف مع افلاس عددى كل خريف عند قدوم الطقس البارد •

منحنى النمو السينى اى بشكل حرف اس :

هناك أنموذج للنمو السكاني كثيرا ما نواجهه ويتمثل قالب هذا النمو بيانيا فى شكل حرف اس حيث يبدأ فيه النمو بطيئا ثم يرتفع سريعا بعجلة متزايدة أسية ثم يهبط بعجلة متناقصة ويستمر بعدها عند مستوى ثابت واحد أو أكثر • ويعتبر هذا المنحنى مميزا للكائنات الأضخم ذات دورات الحياة الأطول والجهد الحيوى الأقل • ونجد فيها أن النمو السكانى يكون بطيئا فى أول الأمر عند طور التأسيس حيث العجلة الموجبة أى المتزايدة • ويصبح بعدها التزايد أسرع بحيث يشبه حال الجماعات السكانية التى يمثل تزايدها منحنى النمو الأسى بشكل حرف جى ويكون ذلك هو الطور اللوغاريتمى • ويصل المنحنى عند مكان ما فى هذه الفترة الى نقطة انعطاف أى انحناء للداخل ، وعندها يتوقف استمرار معدل النمو السكانى فى الارتفاع بعجلة متزايدة ، بل انه يبدأ فى الهبوط بعجلة متناقصة • ويعتبر طور العجلة المتناقصة أنه تباطؤ فى النمو السكانى يعود الى التزايد التدريجى فى المقاومة البيئية الموجودة فى النظام القائم • ويستمر الهبوط بعجلة متناقصة حتى يصل الى مستوى واحد أو أكثر من الاتزان ويبقى عليه ويعتبر هذا الجزء العلوى من المنحنى البيانى أنه لا يمكن أن تحدث عنده زيادة رئيسية وهو يمثل الحجم الذى تحدد عنده الجماعة السكانية عددها • ويسمى غالبا مثل هذا الحجم التقييدى باسم السعة الجارية للبيئة ، أى التى يمكن أن تتحملها البيئة •

كيف تتعين السعة الجارية ؟ وما هى العوامل التى تتحكم فى أقصى حجم يمكن أن يصل اليه نمو جماعة سكانية فى وضع بيئى معين ؟

وللاجابة عن مثل هذه الأسئلة علينا أن نراعى المكونات البيئية للتنظيم السكانى •

التنظيم السكانى :

انه كما رأينا فيما سبق عن قوالب النمو فان عوامل المقاومة البيئية تصل دائما على بطء أو توقف النمو السكانى • ويمكن أن تتعدد هذه العوامل ولكنها تنتظم عادة فى قائمتين هما :

١ ـ عوامل مستقلة عن الكثافة السكانية •

٢ ـ عوامل تعتمد على الكثافة السكانية •

وان أى عامل سواء كان مقيدا أى سالبا أو ملائما أى موجبا بالنسبة لجماعة سكانية يقال انه مستقل عن الكثافة السكانية التى تشمل العدد الكلى للجماعة متى كان تأثير هذا العامل ثابتا بصرف النظر عن عدد الأفراد الذين تتكون منهم الجماعة • ويقال عن العامل انه معتمد على الكثافة السكانية متى كان تأثيره على الجماعة يتفاوت تبعا للكثافة • وسوف تتناول بعض الأمثلة من هذه المكونات للمقاومة البيئية •

العوامل المستقلة عن الكثافة السكانية :

ان لهذه العوامل نفس التأثير على الجماعة السكانية بصرف النظر عن عدد الأفراد الموجودين • فالعوامل المناخية مثل تغير الفصول فيما يتعلق بفترة الضوء أى الكمية اليومية من ضوء الشمس وما يتعلق كذلك بسقوط الأمطار ودرجات الحرارة ، فان تأثيرها جميعا مستقبل عن الكثافة السكانية • وعموما فان مثل هذه العوامل بالغة الأهمية فى التحكم فى النمو السكانى للكائنات الصغيرة مثل الحشرات والبلانكتون ، حيث تكون دورات حياتها قصيرة وجهودها الحيوية عالية • ويعتبر الطقس وغيره من العوامل البيئية الطبيعية مثل درجة حرارة التربة أو المياه هامة فى تعيين طول الفترات الملائمة للنمو السنوى لمثل هذه الكائنات وينقصها عامة الاستقرار فى حجمها السكانى الذى يتغير بصفة أساسية خلال فصول السنة •

ان الوفرة السنوية لحشرة التربس الصغيرة التى تمتص العصارة النباتية فى أستراليا تذكر فى الغـالب كمثال تقليدى لعـوامل التنظيم السكانى المستقلة عن الكثافة . وقد وجد اثنان من علماء الأحياء هما هـ . أندروارثا مع ل . بيرك ومساعدوهما أن جماعات حشرة التربس على الأزهار تصل أصغر قمم الوفرة خلال فصل الشتاء الذى يســود نصف الكرة الجنوبى فى شــهر أغسطس ، وتزداد الوفرة مع اقتراب فصل الربيع الذى يمتد هناك من شهر سبتمبر حتى شهر ديسمبر ، ثم تصبح الوفرة بعد ذلك نادرة حتى حلول شهر أغسطس التالى . ويرجع هذا الى أن أستراليا وهى فى نصف الكرة الجنوبى تكثر فيها الأزهار خلال الربيع وليس فى أثناء الصيف الجاف الطويل ولكن فى فترة الانبات فى الشتاء البـارد . ومع كثرة الأزهار ووفرة الطعـام ووجود مكان للمعيشة تصبح البيئة صالحة بغير حدود لتوســعات جماعات التربس وانتشارها . ولن تتاح فرصة الوفرة للجمـاعات على نوع واحد من الأزهار ، لأنه مع قدوم الصـيف الجـاف الطويل ينبغى على حشرات التربس أن تغـادر نوارات الأزهار الميتة ، وعادة ما تموت الحشرات نفسها وهى تبحث عن أزهار جديدة . ومن ثم فانه لا يوجد نقص مطلق فى الطعام ، ولكن يوجد فقط تغير موسمى فى امكانية الحصـول على الطعـام ، وبذلك تكون التغيرات الموســمية المنتظمة فى وفرة حشرة التربس كل عام معتمدة على تأثير المناخ وعلى مستوى عدد جماعة التربس عند بداية الموسم الرئيسى للانبات .

وربما تنشأ غير ذلك من العوامل المســتقلة عن الكثافة السكانية بسبب الأمطار الشــديدة والجدب وتدمير الانســان للموطن أو حتى باســتخدام المبيدات الحشرية . وان نجـاح التعشيش وفقس البيض وبقاء الصغار أحياء فى حالة طيور السمان وطيور التدرج البرى ذات

الأعناق التى يحيطها ريش ملون فيما يشـــبه الحلقة ، وكذلك الأرانب وغير ذلك من الطيور والثدييات ربما يتأثر كثيرا بتوقيت سقوط الأمطار الشديدة أو بموجات البرد القارس أو حتى بنقص الرطوبة • وتضطر فئران المسك وحيوانات القندس المائية الى المهاجرة برا على الأرض حين يؤدى جدب الأمطار وانقطاعها الى جفاف المستنقعات والبرك وتصـــبح مداخل أجحارها ومآويها مكشوفة • ويمكن طبعا أن تؤدى الفيضانات من حول مواطنها الى نفس تفكك وانشقاق أوجه نشـــاطها المعتادة • وفى أثناء مثل هذه التحركات برا تتمكن الثعـــالب والذئاب والنموس بسهولة من مهاجمة فئران المسك وصغار القنادس •

وحين يقوم الانسان بتدمير مساحات شاسعة من المواطن الطبيعية كما فى حالة الازالة بقطع الأشجار للحصـــول على أخشـــابها وفى نزح وصرف المياه المتجمعة فى البرارى لاستصلاح الأراضى وتهيئتها للزراعة يكون نتيجة ذلك حدوث انتقاص شـــديد أو افناء لجماعات الحيوانات المستوطنة هناك بصرف النظر عن الكثافة السكانية لهذه الجماعات • وقد أدى التوسع فى استخدام المبيدات الحشرية الى هلاك خطير فى الجماعات السكانية البرية مستقلا فى ذلك عن عدد الأفراد الموجودين فى زمن رش المبيدات • وقد وجد أن جماعات طائر أبو الحناء فى المناطق المرشوشة من وسكنسس هبط عددها بنسبة من ٦٩٪ حتى ٩٨٪ عن تلك الجماعات فى المناطق غير المرشوشة • وكانت الديدان الأرضية الحقلية التى تتغذى عليها هذه الطيور هى سبب هذا الهلاك ، لأنها تحتفظ داخل أجسامها بتركيز عال من المبيد الحشرى د • د • ت • نتيجة لتناولهـــا فى غذائها أوراق الأشجار المتحللة فى التربة أسفل أشجار الدرداء ـــ المرشوشة ضد اصابة

المرض الهولندى . وكانت درجة حدوث الوفيات بالسم مستقلة عن حجم جماعات طائر أبو الحناء .

ب العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية :

تتفاوت نسب التأثيرات التى تبديها هذه العوامل على حجم الجماعة السكانية . وتعتبر هذه العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية مسئولة عن حالة ثبات العدد السكانى التى تظهر فى الجزء العلوى الأفقى من منحنى النمو السينى . ولا تظهر أثر هذه العوامل على منحنى النمو السكانى منفردة عن بعضها وعند نقطة زمنية واحدة . انها تبدأ عادة فى التأثير قبل السعة الجارية سببه نقطة الانعطاف فى منحنى النمو السينى ، ويشتد تأثيرها معا حين الاقتراب من الحد العلوى لعدد الجماعة السكانية كما تظهر فى أعلى المنحنى . وعند كثافة الاتزان فان انتاج الذرية يوازن تماما فقد البالغين بالموت أو بالنزوح دون عودة . واذا زاد الحجم السكانى عن حد كثافة الاتزان فان العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية تبذل تأثيرا أقوى وتسبب معدل فقد أعظم . ويستمر حدوث هذه الفرملة الى أن يتم الوصول الى كثافة الاتزان مرة أخرى . وبالمثل اذا هبط حجم الجماعة السكانية عن كثافة الاتزان تسببت العوامل المعتمدة على الكثافة فى زيادة عدد الجماعة السكانية .

ونظرا لأن النمو والتكاثر يلزمهما وقت فانه يتضح وجود فترة زمنية تنقضى بين التأثير وحدوث الأثر ، ومن ثم يتذبذب حجم الجماعة حول حد كثافة الاتزان وأنه مثل وجود نظام آلى حاكم لتنظيم سرعة المحرك الميكانيكى فان العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية تعمل بالمثل على تنظيم النمو السكانى وتمنع افراط التزايد السكانى فى معظم أنواع الحيوان والنبات . وهكذا فان هذه العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية أكثر من تلك المستقلة عن الكثافة السكانية يقال لها العوامل

المسئولة فى المرتبة الأولى عن بلوغ حالة الثبات أو حد الكثافة المتقلب يلطف عن السعة الجارية للبيئة ٠

وعادة ما تكون العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية من النوع الحيوى فتشمل العلاقات المتداخلة بين الكائنـات ٠ وان التنافس بين الأنواع هو فى العـادة عملية تنظيميـة هامة فى الجمـاعات السكانية الطبيعية ، فالأفراد من نفس النوع تتنافس على أحد الموارد المحدودة وتحت مثل هذه الظروف يمكن للجماعة السكانية أن تتفق فقط وترتاح عند حد معين من أقصى كثافة يمكن أن تصل اليها فى العـدد ٠ ويعتبر الطعام والمكان أنهما من الموارد البيئية المعتادة التى تعانى من النقص ٠ وحين يزداد معدل التكاثر ويحـدث التخطى لكثافة الاتزان بواسـطة حيوانات جديدة تنضاف على الجماعة السكانية فان التنافس على الطعام أو المكان يسبب تزايدا فى معدل الوفيات الذى يرتفع بعجلة متزايدة مع تزايد الجماعة فى العدد ٠

وعادة تكون الحيوانات الأصـغر هى الأكثر تأثيرا ، ومن ثم فان الاضافة لأعداد جديدة من الحيوانات الخصيبة الى عدد الجماعة الموجودة يصبح أمرا مقتضيا ، وأخيرا يحدث هبوط فى معدل المواليد الى الحد الذى يعود بالجماعة الى مستوى كثافة الاتزان ٠

ان العـوامل المعتمدة على الكثافة السـكانية قد تشـمل أيضا الطفيليات ومولدات الأمراض من بكتريا وفيروسـات ووحائد الخلية وكذلك المفترسات ٠ وتنتشر الطفيليات ومولدات الأمراض بسهولة من كائن لآخر فى جماعات سكانية عالية الكثافة سواء كانت هذه الجماعات نباتات أو حيوانات ، ومن ثم فانها تتجه الى تقليل كثافة جماعات العائل

بالموت • ويمكن للمفترسات أن تعثر على فرائسها بسهولة بين الجماعات السكانية عالية الكثافة ، وطالما أنه لم تتصد للمفترسات أعداد متناهية الضخامة من الفرائس الكامنة فان المفترسات تشتد فاعليتها كأحد العوامل المعتمدة على الكثافة السكانية •

وكذلك يعتبر النزوح من أحد العـوامل المعتمـدة على الكثافة السكانية • ويرجع ذلك الى أنه عند المستويات السكانية العالية الكثافة يكون نزوح جانب من الأفراد البالغين أو الصغار الى مستعمرات غير مأهولة أمرا يمكن أن ينظم الكثافة السكانية فى المنطقة الأصلية •

وفى حالة كلاب البرارى سوداء الذيل التى تعيش فى مدن جبـال روكى نجد أن الأفراد البالغين فى مجموعة الأسرة الواحدة يغادرون كل عام موطنهم داخل المدينة وينزحون الى الضواحى ليستوطنوا منطقـة جديدة • وتلاحظ فى هذا النوع من الحيوانات أن الأفراد الأصغر عديمة الخبرة هى التى تمكث وسط المدينة فى مستعمرتها المعتـادة ، فى حين تضطلع الأفراد الناضجة ذات الخبرة من كلاب البرارى بالمهمـة الأكثر خطورة وهى تأسيس مقرا لها عند أطراف المدينة • وعلى مر السنين فان كثافة الجماعة السكانية فى وسط المدينة تظل ثابتة نوعا •

وهناك عمليات تجرى بالأسـلوب المعتمد على الكثافة وتشـمل آليات التحكم الفسيولوجى والنفسى ويتضح أن الضغوط الاجتماعية بسبب الازدحام تؤثر على الفرد من خلال جهـاز الغدد الصماء داخلية الافراز للهرمونات • وعندما يزيد العدد فى الجماعات السكانية المحلية لنوع معين من الجراد حتى يصل الى كثافة معينة من الازدحام فان ذلك يؤدى الى تغير هرمونى فى صغار الجراد الجديدة بحيث تظهر لها أجنحة

أطول وتغيرات أخرى فى الشكل الخارجى مما يعدها لحركة الهجرة . وحين ينضج هذا الجيل الجديد فان سلسلة أجيال الجماعات المحلية فى المنطقة من الجراد تنطلق فى الطيران بالجملة مهاجرة الى بعد مئات الأميال . وفى حالة الحيوانات الفقارية تكون هذه التغيرات التى يجديها افرازات الغدد الصماء مرتبطة على الأخص بالغدد الصنوبرية والجاركلوية . ويؤدى تزايد الكثافة السكانية الى منع النضوج الجنسى وفقد النشاط الجنسى وعدم كفاية ادرار لبن الاناث المرضعات . ويؤدى كذلك الضغط الناشيء عن الازدحام الى نقصان عدد مواليد خلفة البطن الواحدة عن طريق الاجهاض الذاتى أو امتصاص الأجنة الدقيقة داخل جدران أرحام اناث الثدييات الحوامل .

وعموما فان النوع الذى تحكمه عوامل تعتمد على الكثافة السكانية هو عادة من الكائنات الأضخم مثل الطيور أو الثدييات أو الثدييات أو الأشجار . وتتجه مثل هذه الأنواع الى أن تكون لها دورات حياة أطول تصل عادة لأكثر من سنة واحدة . وتكون معدلات الانجاب لديها منخفضة ، وبذلك تكون جهودها الحيوية منخفضة وتكون أكثر استقرارا فى أحجامها السكانية عن الجماعات التى تحكمها أساسا عوامل مستقلة عن الكثافة السكانية .

وطبعا فان عوامل التنظيم المتنوعة السابقة ليست كاملة حيث لا توجد جماعة سكانية نباتية أو حيوانية تبقى ثابتة تماما فى كثافتها العددية طول الوقت . وتعتبر التقلبات السكانية هى الحقيقة الأساسية للحياة . وقبل أن نختتم حديثنا عن النمو السكانى والتنظيم يلزم لنا أن ننظر باختصار فى عدة مراتب من تقلبات الكثافة السكانية .

التقلبات السكانية :

انه من المعتاد فى الجماعات السكانية حدوث التغيرات الدورية التى نلاحظها فى تغيرات الكثافة العددية للجماعة موسميا أو كل عام . وهذه ترتبط فى الغالب بالاختلافات المناظرة موسميا أو سنويا فى العوامل الطبيعية المقيدة مثل درجات الحرارة وسقوط الأمطار .

وفى المناطق المعتدلة فى نصفى الكرة الشمالى والجنوبى تستجيب الجماعات السكانية باديء ذى بدء للتغيرات الموسمية فى درجات الحرارة . ومن أهم الاستجابات الملحوظة فى كثير من الأنواع ما يعرف باسم البيات الشتوى ، وفيه يبطىء الحيوان كثيرا من عمليات التمثيل الغذائى ويبقى ساكنا طوال شهور الشتاء . وفى الغالب فان فترة البيات الشتوى يمضيها الحيوان الخامد داخل جحر تحت الأرض أو فى مغارة أو جب ، وهناك يكون فى مأمن من الازعاج وتكون درجة حرارة البيئة من حوله ثابتة نسبيا نظرا لاحتفاظ البيئة من حوله بما ينبعث من حرارة خارج جسم الحيوان .

وفى أثناء الصيف فى الصحارى أو فى المناطق التى تكون حارة موسميا فان بعض الحيوانات تتجنب الحرارة عن طريق «البيات الصيفى» وهو حالة من تقليل التمثيل الغذائى والنشاط الحيوى مماثلة للبيات الشتوى ، ولكنها تجرى للمساعدة على استمرار الحياة خلال الفترة الحارة أكثر منها للفترة الباردة . وان التوريق أى ظهور الأوراق على الأشجار والشجيرات المعمرة خلال فصل الربيع وسقوط الأوراق فى الخريف هى استجابات موسمية أخرى لتغيرات درجة الحرارة فى الأجواء المعتدلة المناخ .

فى المناطق الاستوائية من الدنيا يعتبر عادة سقوط المطر هو العامل الرئيسى الذى يحكم التغيرات الموسمية فى تركيب الجماعة السكانية وكيفية أدائها لوظائفها • وتمضى كثير من الكائنات فصل الجفاف الاستوائى فى حالة « خمود » وسكون أو نوم مختفية تحت الأرض بعيدا عن درجات الحرارة التى تسبب الجفاف ودرجات الرطوبة المنخفضة مما يتميز به هذا الوقت من العام • وتكون بشائر أمطار الفصل الرطب تحمل معها اشارة الخروج من حالة الركود لتعود هذه الكائنات نشيطة مرة أخرى • وتمضى النباتات الحولية فصل الجفاف على هيئة بذور خامدة • ويكون سقوط أوراق الأشجار ثم ظهورها فى الغابات النفضية الحارة وثيق الصلة بتعاقب فصل الجفاف وفصل الأمطار • ويكون خروج أسراب النمل الأبيض والنمل المعتاد بأفرادها البالغة وهى الملكات المجنحة والذكور من أعشاشها للتكاثر هو باشارة من سقوط الأمطار •

وعلى هذا يتضح أنه فى كل من البيئات الحارة والمعتدلة ينفتح النمو السكانى على الفترات الملائمة من الدورة السنوية ، وأما فى خلال فترات الاجهاد البيئى من السنة فان الكثافة السكانية المرئية ربما تهبط بشكل خطير نظرا لأن الحيوانات تكون قد بحثت عن مأوى لمرحلة الخمود ، أو يكون قد هلك جانب من الجماعة السكانية •

ومهما كان فان « الذبذبات طويلة الأجل » فى الكثافة السكانية لا يتضح ارتباطها بالتغير الموسمى أو السنوى وربما تتضمن بوضوح دورات منتظمة من الوفرة العددية تستمر أعواما طويلة بين ارتفاع وانخفاض فى الوفرة • ومن أفضل الحالات المعروفة لمثل هذه الذبذبات الطويلة هى الثدييات القطبية ولكن هناك دوران بنفس هذه الطبيعة

يوجد فى حالة بعض الطيور المعينة والحشرات والأسماك وفى انتاج البذور عند بعض النباتات •

وتعتبر الحالة التقليدية للذبذبة التى تدوم عشر سنوات هى حالة الأرنب البرى ذى الأقدام ناصعة البياض وحالة الوشق الكندى وهو من أقرباء الفهد قصير الذيل وان كان أصغر منه •

ومنذ عام ۱۸۰۰ بدأت شركة خليج هدسون فى كندا تحتفظ بسجلات عن عدد جلود الفراء للثدييات ذات الفراء التى يأخذها الصيادون والتى تشتريها الشركة كل عام • وحين توقيع الرسم البيانى لهذه البيانات طوال فترة طويلة ممتدة من الأعوام يتضح أن فهد الوشق يصل عدد جماعته السكانية الى أعلى قمة كل فترة من تسع الى عشر سنين ، أى بمتوسط ۹٫٦ أعوام • ويتبع عادة قمم الوفرة هذه اقلاس أو هبوط سريع فى العدد • وحين التوقيع البيانى لعدد فراء الأرنب البرى عن نفس الفترة الزمنية وجد أن الأرانب تتبع نفس الدورة العامة وان كانت عادة تبلغ قمة وفرتها قبل فهد الوشق بعام أو أكثر • ونظرا لأن الفهد يعتمد كثيرا فى غذائه داخل هذه المناطق القطبية على الأرانب البرية ، فانه من الواضح أن دورة المفترس تكون مرتبطة بدورة الفريسة • ولكن لم يتضح بعد بالتجربة أن ارتباط الدورتين هو ارتباط سببى أى ارتباط العلة بالمعلول •

وهناك دورة وفرة أقصر تتكرر كل ثلاثة أو أربعة أعوام وتتميز بها كثير من فئران الشمال وفئران المنك وفئران الماء مع الحيوانات التى تفترسها مثل بومة الثلوج والثعلب القطبى •

ويعيش نوعان من فئران المنك فى مناطق التندورا الشمالية من أوربا ونوعان فى أمريكا الشمالية وتزداد وفرتها العددية جميعا كل ثلاثة أو أربعة أعوام ويستتبع كل ارتفاع هبوط سريع فى العدد • وتتبع الجماعات المفترسة نفس تذبذبات جماعات المنك من زيادة ثم نقص سريع • وتتنافس الثعالب القطبية على الطعام المتبقى فى أعقاب الافلاس العدد لجماعة المنك ، وربما هلكت الثعالب جوعا ولكن بومة الثلوج تستجيب لتدهور عدد المنك بالمهاجرة بعيدا جهة الجنوب بحثا عن الطعام ، حيث تصل أحيانا الى ولاية كارولينا الشمالية وهى احدى ولايات الجنوب الأمريكى • وان هواة ملاحظة الطيور فى الولايات المتحدة يمكنهم احصاء مرات هذا الارتحال الذى يحدث كل ثلاثة أو أربعة أعوام • ويبدو أن العوامل المنظمة التى تسبب افلاس عدد جماعات المنك هى من النوع المعتمد على كثافة الجماعة السكانية حيث تشمل هذه العوامل مولدات الأمراض وتغيرات نوع وكمية الطعام والضغط الفسيولجى والنفسى كمثل حال مفترساتها • وعقب مثل هذا الافلاس العددى فان نقص المفترسات والكثافة المنخفضة لجماعات المنك بالمقارنة مع كمية الطعام والمكان المتاح هو أمر يسمح لجماعات المنك بالتزايد العددى ، وهى مطلقة العنان تقريبا طوال عدة أعوام تالية • وحينئذ يؤدى تزايد الازدحام مرة ثانية الى افلاس عددى مفاجىء فتكون قد حدثت بذلك دورة كاملة أخرى •

وأحيانا يحدث النزوح ليخفف من أثر الانفجارات العددية الاستثنائية كما سبق عرضه فى الباب الرابع عن الانتشار السكانى •

وفى بعض المجموعات الحشرية يبدو أن الدورات السكانية طويلة الأجل تستخدم كخطة استراتيجية ناجحة لتجنب الافتراس •

لن حشرة زيز الحصاد ذات الأجنحة الشفافة تفصل بين أجيالهـا البالغة فجوة زمنية طولها سبعة عشر عاما • وفى عام البزوغ فان الأفراد البالغة تبزغ فى زمن واحد خلال الصـيف المبكر حيث تبقى حية مدة لا تزيد عن أربعة حتى ستة أسابيع • وتجىء هذه الحشرات من الحوريات التى تنجت أصلا من فقس البيض الذى تم وضعه خلال فترة طولها عدة أسابيع منذ نحو سبعة عشر عاما مضت • وتعمل الحوريات النامية على التربة لتحافظ على أثر السنين فتبزغ جميعا من الأرض لتصبح بالغة فى آن واحد وزمن واحد بعضها مع بعض داخل جماعتها السكانية والى أن تتصلب قشرة الجلد الخارجية بتعرضها للهواء عدة سـاعات فان حشرة زيز الحصاد التى بزغت حديثا تظل عاجزة • ومهمـا كان فانه بسـبب البزوغ فى زمن واحد للجمـاعة السـكانية فان المفترسـات فى المنطقة لا تستطيع تدمير حياة ملايين الأفراد التى تظهر فجأة •

وهكذا تحـدق حشرات زيز الحصـاد ذات السـبعة عشر عاما بالمفترسات حين ظهورها • وطول دورة حياة الحشرة المتناهى يجعل الأمر فى غاية الصعوبة أمام أى مفترس كى يقتحم مثل هذه الدورة متخصصا فى التهام حشرات الزيز • والا فما هو الشىء الذى يمكن أن يأكله الطائر أو الزنبور خلال الستة عشر عاما الأخرى •

ويفترض كذلك أن الدورة الطويلة تساعد حشرة الزيز على الهرب من بعض مولدات الأمراض الفطرية المعينة التى توجد فى تربة الغابات النفضية الشرقية • انجراثيم أو بذور هذه الأنواع الفطـرية من العفن ربما لا تمكنها المعيشة حتى موعد البزوغ التالى من الأفراد البالغين • ومن الطبيعى أن العوامل الأخرى المعتمدة على الكثافة تؤثر على حوريات الزيز خلال الأعوام التى تكون فيها الحوريات تحت الأرض • ويكون

التنافس بين أفراد النـوع على طعـام الحوريات وهو عصارة جذور الأشجار وكذلك الافتراس السنوى الذى يقع على الحوريات من حيوان الحفار وحيوان الزباب الذى يشبه السنجاب من المحتمل أن يلعب دورا هاما فى تحديد السعة العددية الجارية لحشرة زيز الحصاد فى المنـاطق التى تسكنها .

الخلاصة :

يقصد بالكثافة السكانية عدد الأفراد لكل وحدة مكان وقد تقاس بعدة طرق وهى الكثافة الخـام والكثافة النسـبية أو البيئية ومعامل الوفرة النسبية .

ويتضمن نمو العـدد الكلى داخل جماعة سكانية معدل المواليد ومعدل الوفيات والقدرة على الحياة . وتعتمد منحنيات القـدرة على الحياة على ذلك من الحياة الذى عنده تؤدى عوامل الوفاة عملها . واذا غابت كل القيود البيئية أمكن لجميع الأفراد فى كل جيل أن تستمر بهم الحياة الى سن التكاثر ، وأمكن للجماعة السكانية من ذلك النوع أن تصل الى جهدها الحيوى وهو يعنى ببساطة أقصى معدل مواليد وأقل معدل وفيات وفى الحقيقة فان تلك الجماعات السكانية الطبيعية لا تصل الى هذا الحد الأقصى الممكن لمعدل النمو الأمر الذى يوضح قوة المقاومة البيئية الموجودة .

وأن نتيجة التفاعل بين الجهد الحيوى والمقاومة البيئية هى أنموذج مميز للزيادة العددية يسمى قالب النمو السكانى ، وأن طرفى هذا القالب هما منحنى النمو الأسى بشكل حرف جى ومنحنى النمو السينى بشكل حرف اس . ويصل منحنى النمو السينى الى مستوى لا تحدث بعـده زيادة عددية رئيسية ويسمى مثل هذا الحجم التقييـدى باسم السـعة الجارية للبيئة .

ويتم التنظيم السكاني بفعل مجموعة متنوعة من العوامل التى يعتمد بعضها على الكثافة العددية السكانية ويكون البعض الآخر مستقلا عن الكثافة السكانية .

وغالبا ما نجد تقلبات دورية فى الكثافة السكانية وهى ترتبط بالتفاوت الموسمى أو السنوى فى عوامل التقييد الموجودة فى البيئة الطبيعية .

وتوجد تذبذبات طويلة الأجل نسبيا لا يمكن شرحها بسهولة ، وتختص بها بعض الثدييات القطبية وغيرها من الأنواع .

الباب السادس

بيئة التجمعات

تشكل الأفــراد جماعات ســكانية ، وتصــنع الجماعات بدورها تجمعات نباتية وحيوانية .

وعلى هذا فان التجمع الحيوى هو حشد من جماعات ســكانية مختلفة الأنواع تعيش فى منطقة أو مأوى أو موطن معين . وأن التجمع هو الجزء الحى من النمط البيئى .

ويكون للتجمعات تركيبا داخليــا واجراءات تنظيمية تماما مثــل الجماعة السكانية والكائن المفرد .

وسبق أن تناولنا كثيرا من هذه العلاقات المتداخلة الأساسية من حيث التركيب ومن حيث الطاقة دون أن تكون هناك اشارة خاصة بأن هذه العلاقات بالغة الدلالة على مستوى التجمع الحيوى . ويكون الأمر عديم المعنى نسبيا اذا تكلمنا عن الطاقة وسريان العنصر والنسج الغذائى والعلاقات بين الأنواع وما الى ذلك خارج ســياق الكلام عن التجمع الحيوى الكلى .

وعلى هذا فسوف نراعى فى هذا الباب النظر بصفة خاصة الى عدة مدركات اضافية عن بيئة التجمع مما سيكون له أهمية خاصــة فى فهم الظواهر الطبيعية للبيئة الأساسية المرتبطة بالنمو السكانى للانســان ، ومحصلة أزمات تدهور البيئة .

التنوع داخل التجمع :

يمكن لكلمة تجمع أن تصف حشودا حيوية تختلف كثيرا فى الحجم ما بين الكائنات الحية داخل كتلة خشبية متآكلة الى البيــان الحيوانى والبيان النباتى فى غابة ضخمة مطيرة . وان التجمعات الرئيسية هى تلك

التى تشكل مع مواطنها الطبيعية كثيرا أو قليلة من الأنماط البيئية التامة والمعتمدة على نفسها • وفى مثــل هذه الأنماط تكون الطاقة الشمسية هى الشيء الرئيسى أو الوحيد المطلوب دخوله من المناطق الخارجية الى الأنماط الحيوية • وتعتبر مثل هذه التجمعات مستقلة نسبيا عن التجمعات المجاورة بسبب كفاية حجمها ومستوى تركيبها •

وعلى النقيض من ذلك تكون التجمعات الصغرى معتمدة كثيرا أو قليلا على حشود الكائنات المجاورة من أجل دخول الطاقة من الكائنات المجاورة الى هذه التجمعات •

وتمثل كتلة الخشب المتآكلة أو بركة ماء المطر المؤقتة فى الأخدود الصحراوى تجمعات صغرى ذات فترات نشاط حيوى قصيرة بالمقارنة مع غيرها ، ولكنها مركزة النشاط •

ان الأنواع المختلفة من النبـــات والحيوان التى تشكل تجمعا من أى حجم تكون لها طرق مختلفة فى الحياة • ومن ثم يظهر تنوع المجتمع فى آن واحد على المستوى الأفقى وعلى المستويات الرأســية كما يظهر التنوع الوقتى •

وسبق لنـــا معرفة التنوع الأفقى وهو وجود الأنواع فى شــبه مجموعات أو رقع تكمل بعضها مثل الموزايكو وكان ذلك حين تكلمنا عن تفرق الجماعات السكانية •

ويظهر التنوع الرأسى فى حالة الارتفاعات التى تبلغها النباتات ذات قوالب النمو المتنوعة وفى محصلة أنواع الحيوان التى تعيش عند هذه الارتفاعات المتعددة داخل التجمع • ويوجد التنــوع الوقتى فى حالة أنواع مختلفة تؤدى وظائف متماثلة عند أوقات مختلفة فى كلا الدورتين

اليومية والموسمية • ان كلا من البومة الليلية والصقر النهارى يتغذى على صيد القوارض الصغيرة ، ولكن لا تتداخل فترات نشاطهما • ان هذه الجوانب من التنوع داخل التجمع ليست مقصورة على التجمعات الأرضية • وقد نرى آثار العوامل البيئية على توزيع قوالب الحياة المائية وخاصة تلك الحياة القائمة فى البرك والبحيرات •

تجمعات البحيرة :

تعتبر البحيرات أجراما من المـاء العذب كبيرة وساكنة نسبيا • وربما تتكون البحيرات بفعل التفتت الجليدى أو قيام الجبال أو ايداع الأنقاض والرواسب فى قاع الجداول ومجارى الميـاه البطيئة التيار أو بفعل أى نشاط جيولوجى آخر • ونجح الانسـان عن طريق تشـييد السدود على الأنهار الكبيرة فى خلق كثير من البحيرات لأغراض توليد الكهرباء وتخزين المياه ورى المزروعات •

توجد داخـل أية بحيرة تدرجات ملحوظة فى درجة نفـاذ الضوء ومستوى درجة الحرارة ومحتوى الأكسجين فى مياه البحيرة • ويكون العمق الذى ينفذ اليه الضوء محدودا تبعا للمواد العالقة مثـل حبيبات الطمى ، ومن ثم فان امتداد التعكير يقيد منطقة التمثيل الضوئى فى البيئة المـائية • ومن أجل هذا يميـل البلانكتون النباتى الى التواجد عند المستويات العليا من البحيرة •

وتؤدى أيضا الدورة السنوية للتغيرات الموسمية فى درجة حرارة الماء الى التـأثير على توزيع الحيـاة النباتيـة والحيوانية التى تتخلل البحيرة • ونظرا لأن الطبقة السطحية تسخن بفعل أشعة الشمس الشديدة فى الربيع والصيف ، فان الاختلاف بين مياه السطح الدافئة وبين الطبقات الأعمق البـاردة يشكل حاجزا يمنع الاختـلاط • وبهذا لا تعود مواد

التغذية الدقيقة الموجودة فى رواسب قاع البحيرة قادرة على الصعود من المياه العميقة ، ولا تستطيع مياه السطح المذاب فيها كميات كبيرة من الأكسجين أن تغوص اليها فى القاع . وتكون النتيجة الكلية لهذا التقسيم الحرارى الطبقى هى منع الاختلاط بين مواد التغذية وبين الأكسجين المذاب ومنع اختلاط البلانكتون قرب السطح مع المياه الأعمق. ومن ثم كان على معظم الأسماك أن تتحرك الى أعلى داخل البحيرة فى أثناء فترة منتصف الصيف لتحصل على ما يكفيها من الأكسجين والبلانكتون ويختفى هذا التقسيم الطبقى فى الخريف مرة أخرى ، ويعود الاختلاط حرا بين المياه السطحية والمياه العميقة .

وباستمرار التآكل فى جوانب المنحدرات المحيطة بالبحيرة ودخول الرواسب التى تصبها مياه الأنهار فى البحيرة فان البحيرات الصغيرة تمثل فى هذه الحالة تجمعات قصيرة الأجل للحياة المائية .

وحين يمتلىء حوض البحيرة بالرواسب فان الشىء الطبيعى الذى يعقبه هو البركة ثم المستنقع وأخيرا منخفض عشبى فى البرارى . وتعتبر الخزانات المائية الضخمة التى من صنع الانسان فى جنوب غربى أمريكا فضلا عن كثير من أنحاء الدنيا مثل السد العالى عند أسوان فى جمهورية مصر العربية انها مستودعات مائية قصيرة العمر بصفة خاصة ، لأن الأنهار المقامة عليها مثل هذه السدود تحمل معها كميات ضخمة من الطمى تترسب أمام السدود .

السيادة داخل التجمع :

حيثما ننظر الى تجمع للكائنات من زاوية علم البيئة نجد أن نوعا أو عدة أنواع هى التى لها السيطرة الرئيسية على تركيب التجمع وطاقته الحركية الداخلية. ويقال ان مثل هذه الأنواع هى السائدة بسبب كثرتها العددية أو بسبب حجمها أو بسبب أنشطتها المؤثرة . وهكذا فانه من بين

مئات الأنواع فى احدى غابات الأشجار الصنوبرية فى كاليفورنيا نلاحظ مباشرة الأعداد الهائلة من أشجار الصنوبر غليظة الجذوع بوصفها الكائن المتسيد فى التجمع .

وبالنظر الى مثال آخر وهو مساحة خمسين فدانا من المراعى فى شرقى الولايات المتحدة نجد الأعداد التالية من الحيوانات والنباتات موجودة فى المساحة الكلية :

مسلسل	العدد	النوع
١	٥٠ فردا	ابقار ادرار اللبن
٢	٦ أفراد	دجاج رومى
٣	١ فردا	اغنام
٤	٤٥ فدانا	حشائش زرقاء
٥	٣ أفدنة	برسيم أبيض
٦	٢ فدنان	أشجار البلوط

ويتضح من هذه البيانات أن أبقار ادوار اللبن هو النوع المتسيد وسط المستهلكين وأن نوع الحشائش الزرقاء هو المتسيد وسط المنتجين داخل تجمع هذه المزرعة .

الانتاجية وما يرتبط بها من مدركات :

نحن عادة نريد أن نعرف مقدار ما سوف تنتجه مساحة واحدة داخل تجمع حيوى معين . وعلى سبيل المثال يستخدم الزراعيون مدرك الانتاجية للقول عن عدد الأبقار الحليب التى يمكن تربيتها لكل مائة فدان من المراعى .

ويمكن لعلماء الأحياء المختصين بالحياة البرية أن يستعملوا نفس المدرك للقول عن عدد الأبقار الوحشية المحلية المسماة تياتل التى يمكن أن تعيش على كل مائة فدان من أراضى السفانا فى كينيا • وقد يرغب حينئذ علماء البيئة التطبيقية فى أن يقارنوا بين الاتتاج فى مثل التجمعات التى يتعهدها الانسان وبينه فى تلك التجمعات الطبيعية • ويزودنا مدرك الاتتاجية بطريقة لتقنين مثل هذه المقارنات •

وتعرف الاتتاجية بأنها مقدار اتتاج المادة العضوية لكل وحدة مساحات طوال فترة زمنية محددة وهى عادة سنة ، ويلزم أن تكون الاتتاجيات المقاسة على أساس سنوى قد روعى فيها تقدير اختلافات المادة العضوية الموجودة عند الأوقات المختلفة من الدورة السنوية • ومن ثم فان ذلك يمنع الاستنتاجات الخاطئة التى ربما تأتى من عمل المقارنات بين منطقتين تؤخذ عيناتهما خلال فصلين زمنيين مختلفين •

ومهما كان فانه من المفيد أحيانا معرفة عدد الأفراد أو مجموع الكتلة الحيوية الموجودة فى تجمع ما عند زمن معين واحد • ويسمى مثل هذا القياس باسم « الغلة القائمة » لتلك المساحة • وفى أثناء الشتاء فى مواقع المنطقة المعتدلة تكون الغلة القائمة صغيرة • ولكن فى أواخر الربيع وفى الصيف حين يجرى التكاثر والنمو تكون هناك زيادة هامة فى كمية المادة العضوية التى تصنع الكتلة الحيوية للتجمع • وبالمثل فان غابات المنطقة الحارة تكون لديها كتلة حيوية فى أثناء فصل الجفاف أصغر منها فى فصل الأمطار الذى تنتج فيه الأشجار مزيدا من الأوراق بفعل سقوط الأمطار الشديدة •

وأخيرا يتحدث علماء البيئة عن « السعة الجارية » للتجمع أو المساحة وهو مدرك سبق لنا بحثه فى الباب الخامس من الكتاب •

ويقصد به أضخم غلة قائمة للنوع يمكن اعاشتها دون اضرار بالموطن ٠ واذا ما زيدت السعة الجارية عن طريق تزايد التكاثر السكانى ، فان عوامل التنظيم المختلفة التى سبق بحثها تؤدى فى الحال الى خفض الغلة القائمة الى ما تحت المستوى الحرج مرة وأخرى ٠

التعاقب :

يعتبر التغير داخل التجمع الحيوى ثابتا بدرجة قليلة أو كبيرة ٠ فهناك أنواع جديدة تدخل المنطقة وتجد الأنواع القديمة أن الأحوال تتغير ، وأن عليها الرحيل أو الهلاك ٠ ويسمى الاحلال المستمر لواحد من التجمعات محل آخر باسم التعاقب ٠ وينتهى التعاقب فقط حين الوصول الى مرحلة الذروة المناخية ٠ ان عملية التعاقب تعتبر بعض الشيء نتيجة للمناخ وللموطن الطبيعى الدائم التغير فى المنطقة ، كما تعتبر بنوع ما أنها نتيجة أنشطة كائنات التجمعات السابقة ٠ ان نبات الأشن مثلا هو كائن رائد ممتاز فى أول تجمع عضوى ينمو على سطح صخور عارية ٠

وتعمل افرازات الأشن من الأحماض العضوية على تكسير سطح الصخور ، مما يتيح قدر الكفاية من طبقة الارتكاز والمواد الصالحة للتغذية التى تستفيد منها البذور الجرثومية للطحالب فتنمو وتؤسس تجمعا صخريا جديدا تسوده الطحالب ٠ وهذه الطحالب تتمص مياه الأمطار بكميات أكبر مما تفعله الأشن ، فيؤدى ذلك بصفة عامة الى تغيير الأحوال البيئية لدرجة أن كثيرا من الأشن تموت ٠ وهكذا تظهر مرحلة جديدة من مراحل التعاقب ٠

ويعقب ذلك أن الطبقة الغنية بالطحالب قد تتيح الظروف التى تلائم تأسيس ظهور السرخسيات ، وتسمى هذه السلسـلة من الخطوات أو التجمعات التى تظهر فى عملية التعاقب باسم المسلسل .

وانه بعـد المرور خـلال تجمعات انتقالية نسـبيا تسمى المراحل المسلسلة ينتهى المسلسل بتجمع الذروة المناخية ، وهو أفضل ما يلائم المناخ السائد أو أحوال التربة الموجودة .

واذا كان التعاقب الذى أدى لهذه المرحلة من الذروة المناخية قد بدأ فوق منطقة مثل صخور أو رمال حديثة التعرض أى لم يسـبق أن شغلها أى تجمع حيوى ، فانه يسمى « التعاقب الابتدائى » . ويسمى أول مسلسل فى التعاقب الابتدائى باسم « التجمع الرائد » .

واذا حدث التعاقب فى منطقة أخليت من تجمع كان موجودا فيها مثل حقل زراعى محروث أو غابة أزيلت أشجارها ، فانه يكون لدينـا ما نسميه التعاقب الثانوى . وتكون عملية ظهور التعاقب الثانوى سريعة تماما نظرا لأن مواد التغذية وبكتريا التربة والأشياء الضرورية الأخرى تكون موجودة فعلا من أثر أنشطة الكائنات السابقة . وهكذا تنبت الحشائش بأعداد كبيرة فى الحقل الزراعى المحروث خلال أسابيع قليلة ولا تنتظر أن تقوم المراحل القديمة من التعاقب الابتدائى بتجهيز طبقة الارتكاز فى التربة من أجل مواجهة المتطلبات النوعية لهذه النبـاتات الزهرية عالية التطور . ويعقب مسلسل الحشائش الشجيرات ثم الأشجار متى كانت التربة والمناخ فى حالة ملائمة .

ويكون الاتجاه الكلى سواء فى التعاقب الابتدائى أو الثـانوى يتجه نحو مرحلة تجمع معقد من النسج الغذائى الذى يجرى فيه قليل من الفقد للطاقة ، وتسودوه كفاءة بيئية عالية عند كل مستويات الهرم الغـذائى .

تكوينات الذروة المناخية الرئيسية :

تسمى الأشكال الرئيسية لتجمع الذروة المناخية الموجودة فى الدنيا باسم الأقاليم الحياتية . وهى عبارة عن مجموعات عامة من تجمعات متماثلة . وتضم هذه المجموعات قوالب الحياة المتميزة للأنواع الهامة فى كل تجمع .

وهكذا فان العدد الكبير من التجمعات الحيوية فى جميع أنحاء الدنيا يتم اختصاره الى تسع مجموعات مختصرة وسهلة التذكر فى الذهن تسمى أقاليم حياتية .

وعادة فانه بالنسبة للمناطق الأرضية تستخدم أسماء أنواع النباتات المتسيدة فى كل منطقة لتسمية كل من الأقاليم الحياتية . وتعتبر الأقاليم الحياتية الرئيسية فى الدنيا هى :

١ ــ التندورا أى البرارى الجليدبة .

٢ ــ الغابات المخروطية .

٣ ــ الغابات النفضية المعتدلة .

٤ ــ الشجيرات البلوطية دائمة الخضرة .

٥ ــ حشائش المراعى .

٦ ــ الصحراء .

٧ ــ السافانا أو بطاح الأعشاب الحارة .

٨ ــ الغابات النفضية الحارة .

٩ ــ غابات الأمطار الحارة .

التندورا :

توجد التندورا فى شمال الدائرة القطبية ، وهى منطقة شاسعة ممتدة قليلة الأشجار ويقتصر ظهور النباتات فيها على موسم قصير جدا خلال شهرى يونيو ويوليو ، كما أن شتاءها قارس البرودة شديد انخفاض درجة الحرارة ، وحتى صيفها القصير هو أيضا بارد ، كما أن تربتها تحت السطح هى أيضا دائمة التجمد .

هذا هو اقليم التندورا القطبى بظروفه القاسية ، والتى فيها يعيش قليل فقط من أنواع الحيوانات ، ولكنها غالبا ما تكون بأعداد ضخمة لكل نوع . ويجد زوار مناطق التندورا أن البعوض هو فى الغالب أوفر الكائنات عددا فى وقف الصيف القطبى .

ان معظم الثدييات فى التندورا من الأنواع التى تعيش فى الجحور مثل المنك والفئران . وينبغى على بعض الثدييات الأضخم مثل الوعل وثور المسك أن تهاجر سنويا طلبا للغذاء . وتتناول هذه الحيوانات آكلة العشب طعامها فى منطقة اقليم التندورا فقط خلال الوقت القصير الذى تنبت فيه الحشائش والأشن . وتعتمد غيرها من الأنواع المهاجرة وخاصة الطيور على تناول طعامها من صغار الكائنات التى لا تظهر سوى خلال شهور الصيف الأكثر دفئا من باقى شهور السنة .

وتتمثل الحياة النباتية هناك فى كثير من أنواع الأشن والطحالب والنباتات المزهرة القليلة النمو مثل الحلفاء والحشائش والشجيرات ، وتنمو معا فى حصيرة متماسكة فوق سطح الأرض . وتعتبر السلسلات الغذائية والنسج الغذائى هناك بسيطة نسبيا ولهذا السبب فقد ظفرت بحسن دراسة علماء البيئة . وتوجد فى التندورا كمية عظيمة من الرطوبة السنوية ، ولكن معظمها مقيد فى هيئة ثلوج أو تربة دائمة التجمد أو يفقد بالتبخر . وهكذا فانه تتاح كمية مياه قليلة أمام كائنات التندورا .

اقليم الغابات المخروطية :

يوجد الى الجنـوب من التندورا وحول المنطقة القطبية لنصـف الكرة الشمالى حزام عريض من الغابات المخروطية دائمة الخضرة • وتوجد فى النصف الجنوبى من الأرض منطقة صغيرة فقط من الغابات المخروطية• ويرجع سبب نقصها هناك الى المساحة اليابسة بين خطوط العرض الملائمة التى تمر بسواحل انتاركتيكا ، أى أراضى القطب الجنوبى حتى أطراف القارات الجنوبية • ويمكن أن تنمو بين خطوط العرض هذه أشـجار التنوب الفضى والشربين والصنوبر وغـيرها من ذات الثمار المخروطية الشكل نظرا لزيادة الرطوبة المتاحة سنويا • وتزيد هذه الرطوبة فى اقليم الغابات المخروطيـة عنها فى اقليم التنـدورا بسبب الالتقاء مع درجات الحرارة الأكثر دفئا كلما بعدنا عن القطبين • وعند درجات الحرارة العالية هذه لا يمكن أن تظل كميات كبـيرة من الرطوبة فى أشـكال متجمدة لا يستطيع النبات امتصاصها كما هو الحال فى اقليم التندورا • وبالرغم من أن الأشجار المخروطية معرضة لشتاء طويل بارد عند خطوط العرض هذه فانها تظل خضراء طول العام ولا تسقط عنها أوراقها المدببة فى آن واحد • ويؤدى طول الشتاء شبه القطبى فى هـذا الاقليم الى التوقف الافتراضى لعملية التمثيل الضوئى ، وتنمو النباتات المزهرة مثل أشـجار الصفصاف والبتولا على ضفاف المجارى المائية ، وفى المواطن الرائدة ، وهى تنفض عنها الأوراق فى الشتاء •

وتعتبر الحياة الحيوانية فى هذا الاقليم أيضا قليلة الأنواع • ومن الحيوانات النموذجية التى تعيش فى الاقليم أنـواع من الثدييات ذات الفراء مثل الدب وابن عرس والسمور • وليست الحيوانات المفترسـة على الأرجح مهاجرة مثل حالها فى اقليم التندورا طالما أن الأنواع المفترسة التى تعيش فى اقليم الغابات المخروطية يمكنها أن تمارس نشـاطها فوق أرض الاقليم فى أثناء فصل الشتاء •

اقليم الغابات النفضية المعتدلة :

ان كمية الأمطار المتساقطة فى هذا الاقليم تكفى لاعاشة الشجيرات والأشجار ذات الأوراق العريضة • وتعتبر غابات أشجار الخشب المتين الممتدة فى شرقى أمريكا الشمالية وفى أوربا أنهـا أمثلة ممتازة للغابات النفضية المعتدلة •

ونظرا لأن هذا الصنف من الغابات يقع فى المنطقة المعتـدلة فان أنواع الحياة فيه تتعرض لتقلبات ملحوظة فى درجات الحـرارة ولتغير دورى فى عمل التمثيل الضوئى الذى يشتد فى أشهر الصـيف ويهبط فى أشهر الشتاء •

وكان هذا الاقليم هو مهد الحضارة الأوربية وأن معظم العلمـاء فى الماضى والحاضر يباشرون أعمالهم فيه ، ولهذا السبب فان كثيرا من فكرنا البيئى ينحاز له بمعنى أنه ينبنى على الخبرة المستمدة من العمل فى المنطقة المعتدلة من الدنيا أكثر منه فى المنطقة الحـارة • ويحتمل أن يكون هذا الأمر فى بعض الأحيان مفيدا • وأن عالم الأحياء السويدى كارلوس لنيس قد نجح خلال القرن الثامن عشر (١٧٠٧ ــ ١٧٧٨) فى وضع نظام ثنائى لتسمية أنواع النبات والحيوان بسبب قلة عدد أنواع الكائنات التى كانت تعيش حوله فى الســويد حيث كان يعيش • فاذا كان قد أقام فى أمريكا الجنوبية الحـارة ربما كانت الوفرة الرهيبة فى عدد أنواع الكائنات المختلفة قد غمرته ومنعت مثل هذا النظام التقسيمى المتكيف والمنطقى من أن يرد الى ذهنه •

اقليم الشجيرات البلوطية دائمة الخضرة :

يسود مناخ البحر الأبيض المتوسط أجزاء من جنوب أوربا وجنوب أستراليا وجنوب كاليفورنيـا ، وهو شديد الجفاف معظم الســنة مع انخفاض فى مجموع ما يسقط فى صورة أمطار شـتوية ورياح رعدية

تحدث أحيانا فى فصل الصيف ، وأن النباتات الشجيرية فى هذه المناطق ذات أوراق دائمة الخضرة جامدةومغطـاة بمادة دهنيـة تساعدها على مقاومة فترات الجفاف الطويلة •

وتتكيف نباتات هذا الاقليم مع الحرائق حيث انها تعتمد فى خلودها على نشوب الحرائق الدورية سريعة الاشتعال الذى يقضى على الأشجار العالية ويسمح بتكاثر أنواع الشجيرات المختلفة • فبعد أن ينتهى اندلاع الحريق فانه مع أول سقوط للأمطار فى موسم النمو التالى تنبثق أنواع البلوط متفرعة من بقايا الجذوع أو نابتة من البذور الملقاة سـاكنة فى التربة • ومهما كان فانه اذا لم تشب الحـرائق خلال الاقليم دوريا كل فترة من عشرة حتى عشرين سنة يكتظ التجمعوتعوق النباتات القديمة الكثيفة نمو بادرات نباتية حديثة •

وحين تشتعل أخيرا نار الحـريق تكون مدمرة بصـورة متناهية بسبب تراكم الوقود أسفل النباتات القديمةمن أوراق وفروع • ويؤدى الحريق الى قتل حتى الجذوع والجـذور لكثير من أنواع الشجيرات بسبب اشتداد الحرارة • وحين تدمر الشجيرات بهذه الطريقة فان بذور الأشجار تأتى متطايرة من مناطق الغابات المجاورة ، ويمكنها أن تنبت وتنمو فى المنطقة قبـل أن تسـتطيع شجيرات البلوط تجديد نفسها • وهكذا فان اقليم البلوط هو مثال لتجمع الذروة المنـاخية الذى يثبت أمام نيران الحرائق •

اقليم حشائش المراعى :

توجد فى مناطق السـهول المعتدلة المترامية فى أمريكا الشـمالية وأستراليا كميات كافية من الأمطار تسـمح بالنمو الكثيف للنبـاتات العشبية وخاصة الحشائش المجمعة فى باقات والحشائش المفرودة وجميعها

أنواع ذات سيقان أسفل التربة . ولا توجد أشجار فى الاقليم الا عند حافة المجارى المائية .

ويشيع وجود الحيوانات القارضة التى تعيش فى الجحور ، وهى تشكل غالبا مستعمرات سكنية كثيفة . وكانت توجد فى الأيام الماضية قطعان ضخمة من الحيوانات التى ترعى الحشائش بما فيها الحيوانات الكيسية التى لها كيس عند البطن تحمل فيه صغارها مثل حيوان الكنجار فى أستراليا ، ولكن اختفت اليوم كثير من هذه الأنواع أو فنيت تقريبا بفعل الانسان .

ويعترض الانسان كذلك بيئة هذا الاقليم حيث يستخدم المحاريث وغيرها من الأدوات الآلية فى شق وتقطيع هذه المروج الخضراء . ويتبقى اليوم القليل من البيان النباتى الحيوانى لمناطق السهول العظيمة والبرارى الأصلية فى شرقى الولايات المتحدة . وفى الحقيقة فان كثيرا من الحشائش كان من الممكن أن تختفى بفعل محراث المزرع منذ زمن طويل لولا بقاؤها عرضا على جانبى شريط السكك الحديدية بحكم الحقوق المحفوظة بعدم زراعة جانبى جسر السكك الحديدية . وان القطعان العظيمة من الثور الأمريكى قد تناقصت خلال القرن الماضى الى عدد قليل من الأفراد يوجد فى كندا ، ولكن لحسن الحظ جرت تربية المتبقى منه داخل مناطق المنتزهات المحمية فى الولايات المتحدة .

اقليم الصحراء :

يمتد اقليم الصحراء فى أنحاء الدنيا ويتميز بانخفاض شديد فى كمية سقوط الأمطار مع ارتفاع كبير فى معدل البخر ، وتكون درجة الحرارة عالية نهارا ومنخفضة ليلا . وتكون أنواع النبات الموجودة قليلة بصكة عامة . وتميل شجيرات الصحراء وغيرها من النباتات الى أن تكون ذات أوراق مختصرة ذات سطح شمعى ومقاومة للجفاف . وهناك

بعض النباتات مثل الصبار قد فقدت أوراقها وتعتمد فى انتــاج غذائها الذاتى على سيقانها الخضراء المتسعة كثيرا ، والتى تقوم بعملية التمثيل الضوئى • ويعتبر الانتــاج الأولى فى الصحراء منخفضا وبالتــالى فان الاستهلاك الأولى بواسطة الحياة الحيوانية يكون منخفضا • وهنــاك أنواع قليلة نسبيا من الحيوانات تمارس نشاطها فى أثناء النهار وتعيش طول حياتها فى الصحراء • وبسبب الليالى الباردة فان الندى هو المصدر الهام للرطوبة بالنسبة لكائنات الصحراء التى تفتقد امكانية الحصــول على مياه سطحية أو سقوط رخات دائمة من الأمطار • وتستطيع كثير من نباتات الصحراء امتصاص الندى وتمرر ما تكســبه من رطوبة عن طريق أوراقها الى سيقانها وجذورها •

اقليم السافانا الحارة :

فى بعض المناطق الحــارة من الدنيا توجد بطاح الأعشاب تتناثر فيها الأشجار • ويسمى هذا الخليط من النباتات والشجيرات وأحيــانا الأشجار التى تتكيف جميعها مع الجفاف باسم « الســافانا الحارة » وتبدو فى شكلها العام كما لو كانت أحد المتنزهات المحمية المفتوحة • وتكون أشجار السنط فى أفريقيا وأشجار النخيل فى أمريكا الجنوبية هى الأشجار المعتادة فى اقليم السافانا • وتوجد قطعان مختلطة كبيرة من المستهلكين الأوائل ، الأمر الذى يتميز به البيــان الحيوانى للسافانا • ومثلا فى شرقى أفريقيا ترعى الغزلان الطبقات الشديدة الانخفاض من المجموع النباتى فى حين يطعم الزراف قمم أشجار السنط ذات الأشواك• وتكون الحيوانات المفترسة الضخمة مثل الأســود هى المفترس الأول لمثل هذه القطعان من آكلات العشب •

أما فى اقليم السافانا الحارة باستراليا فتعتبر الحيوانات الجرابية ذات الكيس مثل الكانجرو المستهلك الأول •

اقليم الغابات النفضية الحارة :

أينما يشتد سقوط الأمطار عند أطراف اقليم السافانا الحارة بحيث يساعد على قيام غابة دائمة فاننا نجد اقليم الغـابات النفضية الحارة • وهو اقليم يتعرض سنويا لدورة بيئية من فصل جاف يعقبه فصل رطب بدلا من نظام المناطق المجاورة له ذات الجو المعتدل ، والتى يسـودها شتاء بارد ثم صيف حار •

وانه مع انتظـام الجـو الدافىء طول العام يكون نمو الأشـجار والنباتات العشبية فى هذه الغابة الحارة متأثرا فقط بالتوزيع الموسمى لسقوط الأمطار • ومن ثم فان هذه الغابات تفقد معظم أوراقهـا خلال الفصل السـنوى الجاف ، ثم تورق ثانيـة مع قدوم موسم الأمطار • وبالنسبة للعدد الوافر من الأنواع فى مثل هذه الغابات فان معظمه يعيش بتكيف خاص لقضاء موسم الجفاف بنفس الطريقة التى تمضى بها أنواع المنطقة المعتدلة فصل الشتاء •

اقليم غابات الأمطار الحارة :

انه فى محيـط اقليم الغـابات الحارة يميل سقوط الأمطار الى الانتظام فى التوزيع بالتسـاوى على مدار السـنة سـواء كثرت أو قلت كمياته •

ويتراوح متوسط درجة الحرارة السنوية من عشرين درجة مئوية حتى ثمان وعشرين درجة مئوية مع تقلبات موسمية طفيفة للغاية • وفى الحقيقة فان التغير فى درجة الحرارة بين النهار والليـل فى هذا الاقليم أكبر من المتوسط السنوى لتقلبات درجة الحرارة • ولا تعتبر أية من درجة الحرارة أو المياه عاملا محددا لنمو النبات أو الحيوان • وتمارس

أحوال التربة نوعا من التحديد أو التقييـد للنمو النبـاتى • وتعتبر التفاعلات الحيوية هامة جدا كعوامل تحديد نظرا لأنه توجد أنواع من الكائنات فى هذه المنطقة أكثر اختلافا عنها فى أى اقليم حيـاتى آخر • وتعتبر هذه المخلوقات الغريبة مثـل الببغاوات وجيوش النمل والتابير الذى يشبه الحلوف وله خرطوم قصير مرن ويتحرك ليلا حيث يتغذى على النباتات أنها تمثل تنوع الحياة فى اقليم غابات الأمطار الحارة • غير أنه يوجد الأفراد من أى نوع هناك بأعداد قليلة فى كل وحدة مساحات عنها فى الأقاليم الحياتية الأخرى •

تنمو جيدا النباتات الشجرية المتسلقة خاصة داخل الغابات الممطرة فى أمريكا الوسطى والجنوبية وعلى الأخص فانه توجد بوفرة نبـاتات الأوركيد ذات الأزهار الضخمة والنبـاتات ذات الفنطـاس من عائلة الأناناس • وتحتفظ النبـاتات الأخيرة بماء المطر فى الأحـواض التى تحورت اليها أوراقها كالفناطيس ، فتنمو فى هذه البرك المائية الحشرات والضفادع وغيرهما من كائنات التجمعات المائية • وتمتد مظلة أشجار الغابات الممطرة بشكل متصل فى بعض الأماكن بحيث لا تتلقى أرضية الغابة سوى القليل من الضوء مما يقيد النمو السفلى • وأينما تنكسر المظلة يزداد التعقيد وتوجد أشجار متعددة الارتفاعات فى صورة طبقات أو أدوار أحدها فوق الآخر • ونجد النباتات المتعرشة الطويلة المعلقة فى أعلى المظلة المسماة نباتات عابر السبيل ، تتدلى على الطبقات المتدرجة فى الأماكن التى تنكسر فيها المظلة • ومعظم النباتات الموجودة هى دائمة الخضرة ، وربما توجد لها أوراق يسمح شكلها الخارجى المدبب الطرف بأن تنزلق بسرعة من عليها مياه الأمطار حيث تسقط قطرات المـاء من أطرافها • وانه بسبب الارتفاع الدائم فى الرطوبة يمكن لتجمع نبـاتى مصغر يتألف من طحالب وفطريات أن ينمو على سطح الورقة العريضة

المبللة لشجرة أو شجيرة خلال زمن قصير • وتسمى هذه النباتات التى تتخذ مسكنها على سطح الأوراق باسم النباتات الفوقية • وتحجب هذه النباتات الفوقية الضوء القليل عن أوراق الأشجار أو الشجيرات فتعوقها عن التمثيل الضوئى ، وخاصة فى الطابق السفلى من الغابة • ولهذا فان أطراف الأوراق التى تسقط مياه الأمطار فى كثير من أنواع النبات تعتبر ذات فائدة واضحة فى حماية الأوراق من أن تنمو عليها أية نباتات فوقية نظرا لتصريفها ماء المطر أولا بأول •

تجمعات الذروة المناخية وأهميتها :

تميل تجمعات الذروة المناخية الأرضية الى أن تصبح أكثر استقرارا وأن يكون لديها الكثير من مسارات تدفق الطاقة المتعددة فى النسيج الغذائى أكثر مما تفعل التجمعات المسلسلة المتوسطة • ومن ثم فان هذه التجمعات بصفة عامة هى أكثر التجمعات الطبيعية فى المسلسل انتاجا • انها تتكون من النباتات والحيوانات الأفضل ملاءمة بفعل التكيف التطويرى مع الأحوال المناخية والتربة السائدة فى المنطقة • واليوم تهدد أنشطة الانسان وجود تجمعات الذروة المناخية فى كل مكان • واذا تدمر تجمع منها فانه يلزم انقضاء مئات من الأعوام ليعقبه غيره ومن ثم يتحتم علينا أن نكون على دراية تامة بالمخاطر المتعلقة بحدوث أى تغيير بيئى رئيسى • وسوف نقف على نتائج بعض هذه التغييرات فى الأبواب التالية من الكتاب •

الخلاصة :

يعتبر التجمع الحيوى حشدا من الجماعات السكانية متعددة الأنواع فى منطقة معينة • ونجد من خلال هذا الخليط من الكائنات تباينا أو اختلافا أفقيا ورأسيا ومؤقتا • وتبرز الأنواع المتسيدة بسبب كثرتها العددية أو حجمها أو بسبب أنشطتها الفعالة • وتقاس انتاجية

التجمع بمقدار انتاج المادة العضوية فى كل وحدة مساحة خلال فترة زمنية محددة ، وهى عادة سنة واحدة • وتعتبر الكتلة الحيوية الكلية أو عدد الأفراد الموجودين عند نقطة زمنية معينة أنها الغلة القائمة فى أحد التجمعات ، وأن السعة الجارية لمنطقة أو تجمع هى أقصى غلة قائمة من أحد الأنواع يمكن أن تبقيها البيئة دون تلف بيئى • وتسمى عملية الاحلال المستمر لواحد من التجمعات محل الآخر باسم التعاقب الذى يحدث ، لأن أنشطة السكان السابقين تغير الأحوال البيئية • ويسمى تسلسل الخطوات أو التجمعات الذى يظهر فى أثناء التعاقب باسم المسلسل • ويبدأ التعاقب الابتدائى بتجمع رائد ، وينتهى بتجمع ذروة مناخية • ويحدث التعاقب الثانوى فى النطقة التى يكون قد أزيل منها حديثا أحد التجمعات •

وتسمى الأشكال الرئيسية لتجمع الذروة المناخية الموجودة فى الدنيا باسم الأقاليم الحياتية وهى تشمل التندورا والغابات المخروطية ، والغابات النفضية المعتدلة ، والشجيرات البلوطية دائمة الخضرة وحشائش المراعى ، والصحراء والسافانا الحارة ، والغابات النفضية الحارة وغابات الأمطار الحارة •

وتعتبر تجمعات الذروة المناخية أنها أكبر التجمعات الطبيعية فى المسلسل استقرارا وانتاجا • ويلزمها مئات الأعوام لتعويض ما يدمره منها التغير البيئى •

الباب السابع

التغير البيئي

رأينا أن التجمعات هى حشود من النبــاتات والحيوانات تتقاسم بيئة مشتركة وتستقل كوحدة شديدة الارتبــاط • وبالرغم من تنوع الحياة على الأرض فان عدد أشكال التجمعات صغير ، وأننا بعد أن رأينا أقاليم الحياة الرئيسية ، فيما سبق نكون قد تحققنا من أن كلا منها هو الشكل المناخى لمجموعة معينة من العوامل البيئية التى تتوقف أساســا على سقوط الأمطار المتاحة ، وعلى الدورات السنوية لدرجات الحرارة • وفى كل حالة فان تجمع الذروة المناخية المنبعث من خلال ســلسلة من التجمعات المتوسطة هو نتيجة لعملية التعاقب •

ولاحظنا أنه حين يصل المسلسل الى مرحلة الذروة المناخية تصبح الأشياء مستقرة نسبيا بمعنى أن تدفقــات الطاقة تكون أكثر اتزانا ، وأن التجمع الناضج يكون أكثر تنوعا وتباينا وأنه تقل فرصة حدوث تغيرات تنزل الكوارث على الميزان الحيوى اذا ما اندفع أحد الأنواع فجأة فى الزيادة العددية أو فى سبيله نحو الفناء •

وانه مع هذا العرض الذى يمثل أرضية الصورة فما هو السبب فى أهميــة التعــاقب حين النظر الى العــوامل التى تعرض التجمعات الطبيعية للخطر ؟

ان ذلك يرجع ببساطة الى أن معظم التجمعات الطبيعيــة المهددة بصفة خاصة فى المنطقة هى تجمعات ذروة مناخية • وحين يتدمر تجمع ذروة مناخية فان الطريقة الوحيدة لتعويضــه واعادته لأصله بواســطة عملية التعاقب الممتدة • وربما تستغرق العملية مئات أو آلاف الأعوام ليصل المسلسل الى المرحلة النهائية ، وهكذا فانه بمجرد أن يتغير تجمع ناضج فان الدمار يكاد يكون دائما بمقياس عمر الانسان •

انه مع الاحتفاظ بهذه الحقيقة واضحة فى أذهاننا سوف ننظر فى مجموعة مختارة من العــوامل التى تغير أو تلوث أو خلافا لذلك تهدد التجمعات الطبيعية •

وربما يكمن وراء كافة هذه المشاكل ذلك العامل الأساسى الذى اختصت به أول الجماعات البشرية منذ فجر التاريخ ، وكان أول اختراع تطبيقى للانسان هو النار •

نار الحرائق :

تعتبر النار ظاهرة طبيعية يمكن أن تحدث غالبا فى أى نمط بيئى أرضى نظرا لتراكم بقايا النباتات أو النباتات ذاتها التى تصبح عند وقت معين من العام قابلة للاشتعال • وتحت هذه الظروف يمكن أن يتسبب البرق أو أفعال الانسان فى اشعال نار الحرائق التى لا يمكن السيطرة عليها ، ولكنه بالرغم من كون هذه الحرائق مدمرة بالمعنى المبــاشر ، فليس هناك من سبب لاعتبار الحرائق شرا ينبغى العمل على منعه كلية بجهود الانسان من كافة الأنماط البيئيــة • وقد تغير الفكر أصلا فى الولايات المتحدة حول موضوع حرائق الغابات الطبيعية خلال المــائة سنة الأخيرة •

ومن الناحية التاريخية كانت كوارث الحرائق الكبرى فى المدن ذات المساكن الخشبية والغابات الواقعة فى الشمال خلال القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين هى السبب فى أن يعتبر الرأى العــام الأمريكى اندلاع الحرائق فى التجمعات الطبيعية أمرا غــير مرغوب فيه غريزيا • وجلب عمــال الغابات الأمريكيون الذين تدربوا فى المدارس الأوروبيــة مدركات الوقاية من الحــرائق التى كانت صــالحة هناك فى أوربا حيث تقوم الخدمة على صون غابات شاسعة • وهكذا ولمدة عشرات الأعوام

أكدت مصلحة الغابات الأمريكية فى حملات اعلامية تنبيه الى أن الحرائق هى بالغة السوء لغابات أمريكا . ومهما كان فقد أخذ علماء البيئة مؤخرا يوضحون أنه أينما كانت الحرائق جزءا طبيعيا من بيئة الغابة فانها تكون غالبا لازمة من أجل التسيير الفعال لأحوال الغابة .

ومثلا فى جنوب شرقى الولايات المتحدة تلزم الحرائق من أجل التكاثر الناجح فى غابات أشجار نوع الصنوبر طويل الأوراق . ان هذه الأشجار تنمو على طول السهل الساحلى من فرجينيا حتى فلوريدا جنوبا وحتى تكساس غربا . وتفصل أشجار الصنوبر فى حالتها الطبيعية بعضها عن بعض مسافات مناسبة حيث تتغطى أرضية الغابة بحشائش خفيفة . وحين جرى تسجيل أحوال هذه الغابات لأول مرة كان تكاثر أشجار نوع الصنوبر طويل الأوراق ضعيفا جدا . واندلعت فى أول الأمر نيران أرضية فأمكن السيطرة عليها تماما أو منعها كليا فى مثل هذه المناطق من الغابات . وسريعا ما انعدم تكاثر أشجار الصنوبر تماما . وحين تم فحص تاريخ حياة هذا النوع من الأشجار اتضحت الاجابة عن هـذه المسألة . انه بالنسبة للفترة الأولى من ثلاثة الى سبعة أعوام عقب انبثاق النبات من البـذرة يكون عبارة عن جذر وتدى طويل ، يعلوه فوق الأرض برعم طرفى تحميه شوشة طويلة من الأوراق المدببة . وتسرع نيران الحشـائش مارة من حوله دون أن تلحق الأذى بمثل هذا البرعم . وفى أثناء الفترة التالية من عامين حتى ثلاثة أعوام ينمو نبات الصنوبر بسرعة غير عادية ليصل ارتفاعه الى نحو عشرة حتى خمسة عشر قدما وبهذا ترتفع الشجرة بفروعها حديثة النمو والأكثر حساسية فوق متناول نيران الحشائش العـادية . ويؤدى ظهور قلف سميك مقاوم للنيران حول جذع الشجرة الى حمايتها من أثر أية نيران أرضية أخرى .

وتعتبر الحرائق الأرضية الدورية التي تتميز بها الغابات الجنوبية لازمة لمنع اغارة أنواع أخرى من الصنوبر ذات أخشاب أقل صلابة وبالتالى أقل جودة قد تزاحم نوع الصنوبر طويل الأوراق فى أماكنه . وبدون الحرائق تتمكن الأنواع سريعة التأثر بالنيران من النمو فى حالة حسنة نسبيا فتحجب الضوء عن صغار أشجار نوع الصنوبر طويل الأوراق . وهكذا فان الحرائق لازمة للابقاء على تجمع الذروة المناخية المرغوب فيه اقتصاديا والذى يضم نوع أشجار الصنوبر طويل الأوراق .

واليوم أصبح هذا الأمر معروفا لمديرى تسيير شئون الغابات وشاع استخدام الحرائق الدورية الأرضية مع السيطرة عليها .

الاخلاء للزراعة :

انه من الناحية التاريخية يعتبر اخلاء الأرض من أجل زراعتها الوسيلة الرئيسية لاحداث التغيير فى الأرض البرية . ولكن تعمل حاليا بعض البلاد مثل الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى وأيرلندة واليابان وغيرها على التقليل الفعلى لمساحات الأراضى المنزرعة . وعلى العكس من ذلك تعمل بلاد أخرى مثل الهند والصين ومعظم البلاد المزدحمة اليوم بالسكان على زراعة كافة أراضيها الصالحة تقريبا .

وان أهم التجمعات الحيوية الرئيسية المتبقية والتى يتهددها بشدة التوسع الزراعى هى الصحارى فى الأراضى الساحلية المنخفضة فى معظم القارات ، وكذلك غابات الأمطار الحارة فى حوض الأمازون وفى جنوب شرقى آسيا وفى جنوب الصحراء الأفريقية .

انه يمكن أن تصبح الصحارى مناطق انتاج عال من وجهة النظر الزراعية ، ويعتبر عامل التقييد الرئيسى هو نقص المياه العذبة ، وسيظل

كذلك لحين أن يصبح موضوع ازالة ملوحة مياه البحار أمرا عمليا من الناحية الاقتصادية وهو أمر يحتمل حدوثه فى حوالى عام ١٩٨٠ •

وتثير الغابات الحارة أكثر من مشكلة بيئية • أنه لا يوجد ضمان بأنها قابلة للتوسع الزراعى على نطـاق كبير وذلك بسبب تيبس وتحجر التربة حين اخلاء الغابة من الأشجار • فبالرغم من المظهر الرطب الخصيب للغابات ذات الأمطار الحارة فان تربتها فى العادة رقيقة وفقيرة • وحين تتعرض هذه التربة لسقوط أمطار شديدة بعد قطع الغابات ، فان السليكا وغيرها من الأملاح المعدنية فى التربة تتصفى لأسفل ويتم تأكسد المـادة العضوية • واذا تآكلت الطبقة السطحية من التربة بفعل الأمطار ظهرت طبقة أكاسيد الحديد والألمنيوم التى تستطيع فى الهواء الجوى تكوين قشرة صلبة عديمة النفاذية حمراء اللون تســمى طوب الطفلة • وبمجرد تكوين هذه القشرة فانها تبدو مستديمة ويصبح النبات الذى يمكن أن ينمو فيها بما فى ذلك نباتات المحاصيل قليل الكثافة جدا •

وهناك دليل هام أيضا على أن اخلاء مناطق كبيرة من الغابات الممطرة قد يرفع درجات الحرارة ويغير من حال الطقس • ويقرر فانتجر وغيره من العلماء حدوث نقص واضح فى كميات سقوط الأمطار فوق مناطق كبيرة من غابات حوض الأمازون فى جمهورية كولومبيا فى أثناء ست وعشرين سنة الماضية • وقد ازداد النقص الى حوالى من ٢١ حتى ٢٤ فى المائة عما كانت عليه تسجيلات كميات سقوط الأمطار العادية • ويوجد ارتبـاط بين هذه التغيرات وبين قطع بقاع شاسعة من الغابات الممطرة فى جمهورية كولومبيا والبلاد المجاورة لها •

ويحذر فانتجر قائلا : « اذا ما انتشر هـذا التناقص فى مساحات الغابات داخل القارة الأمريكية فلابد أن تؤدى العواقب الى تأخر خطير فى تنمية بلاد أمريكا اللاتينية الاستوائية » ••

يعتقد كثير من علماء البيئة أنه بشرط ثبات مستويات عدد سكان أمريكا اللاتينية فانه قد يكون من الأفضل اتباع الأساليب الزراعية التقليدية للهنود الحمر فى أمريكا الوسطى والجنوبية . وتسمى عادة هذه الأساليب باصطلاح عام هو زراعة القطع والحرق . ويقوم السكان الأصليون بالازالة التامة لمنطقة صغيرة من الغابة أو عدة مناطق منها باستخدام البلطة والمنشار ، ويتركون جذوع وكتل الأشجار المقطوعة لتجف فى أماكنها وبعدها يحرقون قطع الأرض لاخلائها . ويزرع الهندى الأحمر مجموعة متنوعة من نباتات المحاصيل مثل الموز وقصب السكر والباباز الذى تشبه ثماره القاوون والكاسافا ويؤخذ منها نوع من النشا للأكل . وتجرى هذه الزراعة فى نفس الحقل الصغير وسط أعقاب الأشجار المقطوعة والتى لا تزال جذورها ممتدة تحت الأرض . وبعد انقضاء عدة سنوات وحين نفاذ مواد التغذية من التربة وتآكل سطحها يهجر المزارع حقله ، وينتقل الى قطعة أخرى من الغابة يخليها ويكرر الاجراء ، وفى أثناء ذلك يبدأ التعاقب الثانى فى حقله المهجور ، وأخيرا يستعيد جيل الغابة الجديد ما ينقص التربة من مواد التغذية . وأن ذلك طبعا ربما يلزمه مائة عام الى أن تعود لأصلها هناك غابة ذروة مناخية ناضجة .

ويسير النظام على هذه الصورة بشرط عدم تواجد عدد فائض من المزارعين يعملون فى منطقة واحدة ويزيدون من احتمال تكرار استخدام الأرض قبل أن تجدد الغابة نفسها بالكامل .

ونضرب مثلا على محاولات الاخلاء الشاسع من أجل اغراض الزراعة بحالة مزارع الموز الضخمة ، وهى تعطى أكبر انتاجية فى الأعوام الأولى وليس بعدها . انه مع الاستخدام الممتد للأرض فى زراعة الموز وحده تتحرك طفيليات الموز وخاصة فطر الجذور وتهلك زراعاته . وان

ملكيات ضخمة من زراعات الموز فى جمهورية كوستاريكا فى أمريكا الوسطى أخذت تقفر ويلحقها الخراب بسبب الطفيليات الفطرية وأصبح مستقبل زراعات الموز فى هذه الجمهورية الشهيرة بانتاج الموز فى خطر حقيقى . وان السبيل الوحيد الجارى لمقاومة الفطريات هو أسلوب الهنود الحمر فى هجر الحقول والانتقال بعيدا للعمل على اخلاء مساحات جديدة ، ولكن يعتبر ذلك على أحسن الفروض اجراء مؤقتا .

اسقاط اوراق الشجر والقاء القنابل :

يجرى فى الولايات المتحدة استخدام كيماويات لاسقاط الأوراق النباتية الخضراء بكميات هائلة لرش جسور السكك الحديدية ومسارات قضبانها وذلك من أجل قتل الحياة النباتية غير المرغوبة فى تلك المواقع .

ولكنه لا يوجد مكان آخر فى الدنيا استعملت فيه مبيدات الحشائش النباتية بمثل تلك الكميات التى استخدمت فى أراضى فيتنام فى أثناء حقبة الستينيات . وقد أنتجت الولايات المتحدة فى عامى ٦٧ ، ١٩٦٨ كميات من المركبات الكيماوية لاسقاط الأوراق النباتية ويسمى أحدها (٢ ، ٤ ــ د) والثانى (٢ ، ٤ ، ٥ ــ ت) وهما حامضين من ثانى وثالث كلورو فينوكسى الخليك . وتقدر جملة هذه الكميات من ١٣ حتى ١٤ مليون رطل وقد تم رشها بالاضافة الى كميات من مركبات أخرى بمعرفة القوات المسلحة الأمريكية على الغابات الفيتنامية . وتعمل هذه المبيدات العشبية على قتل الحياة الخضراء بمختلف ارتفاعاتها عن سطح الأرض بترك وحدات العدو مكشوفة فى تلك المناطق التى تكسوها الغابات الطبيعية الكثيفة ، وهى تخرب أيضا نباتات المحاصيل التى تستخدم فى الطعام . وقد شاع استعمال الخليط البرتقالى من استرات (ن ــ بيوتيل) لكل من الحامض (٢ ، ٤ ــ د) والحامض (د ، ٤ ، ٥ ــ ت) للقيام بالاخلاء العام للغابات والأدغال لأن هذا الخليط يهاجم

أنواعا كثيرة من النباتات ذات الأوراق العريضة ، ويمكن لطائرة رش المبيدات من طراز (حـ — ١٢٣) أن تحمل ألف جالون من سائل المبيد وترش حمولتها فى نحو أربع دقائق وهى تطير فوق قمم الأشجار بسرعة حوالى ١٢٥ ميلا لكل ساعة . وتصبح الغابة خلال عدة أسابيع خالية أشجارها من الأوراق وربما يموت كثير من الأشجار أو جميعها تبعا لمقدار تحملها للمواد السامة .

وفى الحال أخذت تحدث تغيرات قصيرة الأجل فى الجمعات الحيوية التى جرى رشها فى فيتنام . وانتهت تقريبا جميع البيانات الحيوانية والنباتية فى المناطق التى تكرر رشها .

وشبت حرائق الغابات فى حطب الأشجار الميتة حيث انه عادة لا تحترق الغابات المطرة الحية وعقب الحرائق تعرض التربة للتآكل والتحجر . وأدى حريق واحد للغابات قرب مدينة سايجون الى تخريب نحو مائة ألف فدان يكسوها حطب الأشجار التى عوملت بكثرة من المبيدات العشبية .

ولم يتأكد بعد أثر التغييرات طويلة الأجل لذلك الرش ولو أن زراعات الأراضى الموحلة التى جرى فيها الرش بكثرة ظلت جميعها ميتة طوال خمس سنوات بعد الرش علما بأن الالأشجار التى يزرعها الانسان تساعد فى تثبيت خطوط السواحل وجسور المجارى المائية بما لها من مجموع جذرى ممتد . وقد لاحظ علماء البيئة أن ركائز كثيفة من غاب الخيزران الذى يعوق تكاثر أشجار الغابات أخذ ينمو فى المناطق الأقل تعرضا للرش بمبيدات الأعشاب . واتضح كذلك وجود الدليل على حدوث زيادة فى عدد التشوهات الخلقية التى تولد مع كثير من أطفال الأمهات الفيتناميات اللاتى عشن فى المناطق المرشوشة .

ولا يعتبر طبعا اسقاط الأوراق الخضراء أنه التغيير الوحيد فى البرارى الذى أحدثته العمليات الحربية • لقد ألقيت فى الهند الصينية كميات مريعة من أطنان القنابل على كل من مناطق الغابات والمناطق الزراعية مما أدى الى احداث حفر مثل فوهات البراكين فى الأراضى الخلاء بمقياس ضخم قد يجعل منها أضخم مشروع للحفر فى تاريخ البشرية • ويقدر مجموع المساحة الكلية للحفرات فى أنحاء الهند الصينية بما يزيد عن مساحة ولاية كونكتى كت بمقدار خمسة آلاف ميل مربع •

وتمتلىء هذه الحفرات بالمياه فتصبح أماكن صالحة لتكاثر البعوض والقواقع المائية التى تتخذها الديدان الطفيلية عائلا وسيطا لها الى أن تصيب الانسان وغير ذلك من ناقلات الأمراض والأوبئة • هذا ولم يتم بعد قياس التأثير البيئى والزراعى الكلى لحفر القنابل هذه ، ولكن يحتمل أن يكون هذا التأثير عظيما •

التوسع الحضرى :

تعتبر اليوم ظاهرة امتداد عمران المدن أكثر تهديدا للتجمعات الطبيعية من عمليات التوسع فى الاخلاء للزراعة • وسوف يزيد نمو المناطق الحضرية بسبب الارتحال المستمر الى المدن الذى يعمل على زيادة عدد سكان الحضر وارتفاع معدلات المواليد ، مما يؤدى الى زيادة مجموع عدد السكان • وأن هذه الزيادة فى عدد سكان الحضر بالازدواج مع الاتجاه نحو الامتداد العمرانى فى أراضى الضواحى تشكل باستمرار تزايدا فى الطلب على الأراضى المتاحة حول مشارف المدن • ويقدر فى الولايات المتحدة وحدها أن مساحة الأراضى الحضرية سوف تزداد من ٢١ مليون فدان فى عام ١٩٦٠ حتى تصل الى ٤٥ مليون فدان فى عام ٢٠٠٠ •

ان الزيادة فى أراضى الحضر لا تستقطع فقط من التجمعات الأرضية المحيطة ولكنها تأتى أيضا من ردم الخلجان البحرية الضحلة . وتقوم شركات تنمية الأراضى بشراء المساحات الضحلة فى أحد الخلجان ، وتستخدم الكراكات فى ردمها بناتج الحفر فى قاع خليج آخر مجاور ، أو بنقل المخلفات الصلبة والأتربة من الأراضى المجاورة . وان الأمثلة الرئيسية التى توضح الآثار الناجمة عن عمليات ردم المسطحات المائية نجدها فى خليج تامبا بولاية فلوريدا ، حيث تم ردم من ١٥ حتى ٢٠٪ من المسطح المائى الأصلى ، وفى خليج سان فرانسسكو على الساحل الغربى حيث تم ردم نحو ٣٣٪ من الخليج القديم . ويؤدى مثل هذا الردم الى تخريب المساحات الرئيسية التى تستغلها لوضع البيض أعداد كثيرة من الأسماك البحرية واللافقارية ، كما تقضى على أماكن تمضية الشتاء التى تقصدها طيور دجاج الماء المهاجرة ، وربما تغير أيضا من نماذج الطقس المحلية . ويعتبر خليج سان فرانسسكو أهم موقف تحط فيه طيور دجاج الماء المهاجرة بعد رحلة الطيران المتصل العظيمة عبر المحيط الهادى . وهناك نحو مليون طائر من دجاج الماء يقضى الشتاء على مياه الخليج . واذا استمر اتجاه ردم الخليج وهو أمر ميسور ، حيث ان نسبة ٧٠٪ من الخليج لا يزيد فيها عمق المياه عن اثنتى عشر قدما ، فان هذه الطيور سوف تفقد أماكن الغذاء والتشتية . ويتنبأ بعض رجال الأرصاد الجوية بارتفاع حاد فى درجات حرارة فصل الصيف وقد لوحظ ذلك فعلا حيث نقصت مرات فترات الشبورة الباردة التى يتميز بها خليج سان فرانسسكو مع احتمال زيادة عنيفة فى سقوط الضباب المختلط بالدخان ، وليس أقل ما يستوجب القلق فى سان فرانسسكو للمشتغلين بالمبانى والانشاءات على الأراضى المردومة غير المستقرة هو ما ينتج عن تأثر المنشئات بالزلازل فى المستقبل .

ان المسئولين فى كاليفورنيا وفلوريدا لا يتجاهلون المشكلات البيئية المترتبة على الردم فى الخلجان هناك • وأخذت كثير من المدن حول الخلجان فى اقامة ما يعرف باسم خطوط واجهة الردم لا يسمح بتخطيها وهى عادة عند متوسط علامة المد البحرى • وتضع بعض المجالس المحلية القيود على بيع وردم الأراضى المغمورة وسن قوانين تتطلب عمل المسح البيئى لمساحات الخليج قبل منح التصاريح بالردم أو بالبيع • ويقف الرأى العام واسع الانتشار والمهتم بنوعية البيئة وراء صدور هذه القرارات المفيدة الحكيمة •

الازالة بقطع اشجار الغابات :

يوجد بوجه عام ١٨٢ مليون فدان من الغابات القومية فى الولايات المتحدة • وتدير هذه المساحات من الغابات مصلحة خدمة الغابات الأمريكية وهى احدى وكالات وزارة الزراعة • وينص القانون الاتحادى الصادر من الحكومة الفيدرالية فى عام ١٩٦٠ على اتخاذ سياسة ثابتة وطويلة الأجل للمحافظة على عدد ١٥٤ غابة قومية فى البلاد من أجل تعدد الانتفاع بها فى أغراض الحصول على الأخشاب والترويح والرعى ، وصون الحياة البرية وحماية مصادر مياه الأنهار •

وفى عام ١٩٧١ مارست شركات قطع الأخشاب الرئيسية فى غرب البلاد ضغوطا واسعة أدت الى صدور قرار رئيس الجمهورية باعطاء الأسبقية الأولى لقطع الأخشاب على غيرها من الأغراض فى هذه الأراضى العامة ملك الدولة • ومن أجل سرعة حصول شركات الأخشاب على الناتج المطلوب اتسع التصريح الصادر من مصلحة الغابات لقطع الأشجار بحيث أصبح يتضمن الازالة بتقطيع جميع الأشجار فى منطقة الترخيص بنسبة ١٠٠٪ بعد أن كان مقصورا على قطع الأشجار الناضجة بنسبة ٦٠٪ ، وبصرف النظر عن فقدان الترويح والرعى وصون الحياة البرية ،

فربما يكون أخطر نتائج الازالة بالقطع هو ســوء حماية مصادر مياه الأنهار • ان منطقة مصادر المياه هي التي يتجمع فيها سقوط مياه الأمطار حيث تجرى المياه الى أسفل المرتفعات وتصب فى مجرى النهر الواحد• ويحدد امتداد الغطاء النباتي على سفوح المرتفعات مقدار سرعة اندفاع المياه ومقدار ما تحمله من رواسب وهى فى طريقها الى مجرى النهر •

ويمكن أن تتسبب الازالة بالقطع فى مضـاعفة الرواســب التى يحملها التيار بمقدار سبعة آلاف مرة كما تتسبب فى تدمير أماكن تكاثر الأسماك • ويمكن أن تؤدى شدة ذوبان الثلوج أو ســقوط الأمطار الغزيرة على المنحدرات التى تمت ازالة أشجارها الى الاندفاع السريع للمياه وحدوث فيضانات مدمرة على جانبى النهر • وتعتبر هذه الآثار العكسية للازالة بالقطع ذات تكلفة اقتصادية بالغة بالنسبة لجميع البشر من سكان المنطقة أكثر من ذلك العــائد الذى كانت تحرم منه شركات قطع الأخشاب لو استمر تقييد القطع •

مشروعات الأشغال العمومية :

ان واحدا من عنـاصر التهديد الرئيســية الدائمة للبيئة الطبيعية هو قيام أحد مشروعات الأشغال العمومية الضخمة الذى يبدو وأنه فى الظاهر من أجل السـيطرة على البيئة وتطويعها وفقـا للحاجات الملحة للانسان • ولكن غالبا ما تتسبب مثل هذه المشروعات فى ظهور تأثيرات جانبية ضارة تجعل من خطة المشروع الكلية خسارة اقتصادية مساوية لكونها خسارة بيئية •

وفى عام ١٩٦٩ وأوائل عام ١٩٧٠ ثار جــدل كبير حــول الخطط الموضوعة لتشييد مطار يستقبل الطائرات النفاثة على مســاحة قدرها تسعة وثلاثين ميلا مربعا تستقطع من مستنقع مائى كبير تنمو فيه الأشجار

السرو ويقع شمال ايفر جليدز حيث أراضى المنتزه القومى المحمية فى جنوب فلوريدا • وغاب عن نظر المخططين أن يدرسوا بيئة المياه السطحية التى تخرج من هذه المستنقعات فتتدفق عبر النصف الجنوبى لولاية فلوريدا • وهذه الحركة المائية كانت لابد أن تتفتت بشدة تبعا لانشاء الممر اللازم لمطار الطائرات النفاثة ، وما يتعلق به من منشئات • ومن الملاحظ أن هذا المستنقع المائى الكبير هو مصدر ٣٨٪ من كميات المياه المتدفقة جنوبا الى منتزه ايفر جليدز القومى ، وأن بيئة هذا المنتزه تعانى فعلا من سنوات الجفاف التى كانت قد أصابت جنوب فلوريدا • ولذلك كان نقص المياه لابد أن يخرب ودون أى أمل فى الاصلاح بالبيئة الأساسية لهذا المنتزه القومى الوحيد المحمى • وثارت مناقشات أخرى قوية مثل تلك المتعلقة بما ينتظر من تلوث الجو وانتشار الضوضاء مرتبطة جميعها بهذه المسألة الحرجة الخاصة بتزويد المنطقة بالمياه مما أدى الى الحاق الهزيمة بهذا المشروع بفضل يقظة أهالى فلوريدا •

ان المشروعات التى ربما تكون مرغوبة فى وقت معين من التاريخ نجدها أحيانا لا تنفذ ولكنها تعيش فى أذهان مجموعات خاصة من المهتمين الى أن تبرز الى السطح فيما بعد • والمثال التقليدى لذلك هو فكرة سلاح المهندسين بالجيش الأمريكى عن شق قناة تمر فيها سفن النقل عبر ولاية فلوريدا • وكان هذا المشروع العملاق المختص بحفر قناة عبر الجزء العلوى من شبه جزيرة فلوريدا مقترحا فى أثناء سنوات الحرب العالمية الثانية بقصد تيسير حركة النقل البحرى بين المحيط الأطلسى وخليج المكسيك لتجنب تهديد الغواصات الألمانية قرب الشواطىء الجنوبية لفلوريدا فى البحر الكاريبى • وكانت الحرب قد انتهت قبل أن يمكن البدء فى تنفيذ المشروع •

وفى أواخر حقبة الستينيات عادت الحياة الى خطة المشروع وبدأ تنفيذه بواسطة سلاح المهندسين مصحوبة بحملة دعاية ضخمة تعدد المنافع الاقتصادية المنشودة من توفير نفقات الشحن البحرى • وفى الحال اكتشف علماء البيئة والمهتمون بصيانة الطبيعة تلك الأخطاء فى التقديرات التى أفرط سلاح المهندسين فى ذكر نفعها واعترضوا على مبرراتها وظنون نتائجها الموضوعة • وأمكن توضيح أن القناة ليست فقط نكبة اقتصادية منتظرة ولكن أيضا فشلت دعاويها فى تزكية تشييدها فى مواجهة الضرر البيئى الناجم عنها • وكان الطريق البحرى المقترح يؤدى الى خلق قنوات طويلة تنعدم فيها صور الحياة المائية بدلا من الأنهار الغنية بيئيا كما كانت تخرب أكثر من ستين ميلا من التجمعات الطبيعية الملاصقة للقناة ، وخمسة ينابيع مياه عذبة رئيسية وعدة بحيرات ضخمة لم يسبق أن أصابها تلف • وفى النهاية مات مشروع سلاح المهندسين العسكرى بفضل التدخل الشخصى من الرئيس نيكسون •

ان واحدا من أضخم مشروعات الأشغال العمومية التى جرى تصورها هو السد المقترح باسم « رمبارت كانيون » على نهر يوكون فى ولاية آلاسكا • وكان الخزان المائى الذى ينشأ عن هذا السد المقترح لابد أن يفيض ليغطى مساحة ١٠٥٠٠ ميل مربع ويطمس ملامح أربعمائة ميل من طول النهر بالاضافة الى أكثر من ١٢٠٠٠ ميل من روافد النهر التى تصب فيه ونحو عدد ٣٦٠٠٠ بحيرة وبركة فى السهل الفيضى لنهر يوكون • وبدلا من وجود التجمعات الطبيعية المختلفة فى هذه المنطقة كان السد لابد أن ينشأ بدلا منه بحيرة ضخمة خالية من الحياة نسبيا حيث لا نفع منها لتكاثر وتربية أكثر من ١,٥ مليون من البط مع ١٢٥٠٠ من الأوز ، كانت توجد عادة فى هذا الوادى • ومن الطبيعى أن هذا البط والأوز يطير جهة الجنوب مع كل خريف الى داخل المساحة الرئيسية

من الولايات المتحدة حيث الآلاف من الرياضيين وهواة الطبيعة يتمتعون باصطيادها بالبنادق أو بمشاهدتها بالنظارات المعظمة • وكان لابد أن تخرب موطن أكثر من عشرة آلاف من حيوان الرنة وغيره من الثدييات مثل الوعول والأيائل ، وهو أمر بالغ الأهمية لسكان المنطقة الأصليين الذين يعتمدون فى طعامهم على هذه الحيوانات • وكان لابد من افتقاد جريان سمك السالمون على طول نهر يوكون والذى يزود السكان المحليين بنحو ثمانمائة ألف سمكة فى كل عام •

وان الغرض الوحيد للسد المقترح هو توليد كميات ضخمة من الطاقة الكهربية أصبحت غير لازمة فى الوقت الحاضر لمنطقة ألاسكا ولا فى الخمسين عاما القادمة • وتوجد مصادر أخرى كثيرة للطاقة أقرب من مشروع السد بالنسبة للمراكز السكانية فى ألاسكا • ولابد من اعتبار هذا السد المقترح نكبة اقتصادية وبيئية • ولكن الرأى العام المتيقظ والمستنير بيئيا يستطيع وحده أن يتصدى لقيام جماعة صغيرة من أصحاب النظرة الضيقة للتنمية أو من أصحاب دعاوى بناء السدود فيمنع تحقيق مثل هذه الخطط بوضعها المذكور •

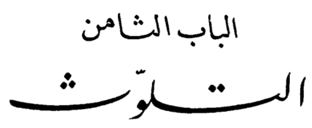
الخلاصة :

ربما يحدث تغيير طبيعة البرارى أساسا بفعل الحرائق أو الاخلاء للزراعة أو باسقاط الأوراق الخضراء من الأشجار ، أو بفعل التوسع الحضرى أو الازالة بالقطع أو عن طريق مشروع الأشغال العمومية •

وتعتبر الحرائق الدورية ظاهرة تلزم فى الحقيقة للابقاء على بعض تجمعات الذروة المناخية ، وأصبح اليوم الاخلاء للزراعة أقل تهديدا للبيئة عما كان عليه فى الماضى ، ولو أن التوسع فيه أصبح متوقعا فى الأراضى الصحراوية الساحلية المنخفضة وفى الغابات الحارة المطيرة من

الدنيا • وقد تسبب اسقاط أوراق الأشجار بالرش الكيماوى فى فيتنام فى حدوث أضرار بيئية شديدة • وأن التوسـع الحضرى فى الامتداد العمرانى للمدن الذى يشمل ردم الخلجان يعمل على تخريب كثير من التجمعات الطبيعية ، وتدافع اليوم شركات الأخشاب عن الازالة بقطع أشجار الغـابات القـومية ، وذلك لتزيد الشركات من حصيلتها من الأخشاب •

وعلى الدوام يجـرى اقتراح قيـام مشروعات ضخمة للأشـغال العمومية التى لابد أن تلحق الضرر بمساحات كبيرة من بيئتنا الطبيعية المتبقية • وعادة ما يتم منع ممارسـة الأضرار البيئيـة فقط حين يحتج الرأى العـام بالبرهان السـليم بيئيا واقتصاديا لتأكيد سـلامة اتباع الطريق المخالف •


الباب الثامن
التلوّث

يعنى تلوث البيئة فى بساطة أنه مقدمة لتغير لا يستحب حدوثه فى المعـالم الخاصة ذات الأهمية مثل تكوين ونوعية المياه أو الهواء أو التربة • ان الأنشطة الحيوية لجميع الكائنـات تتسبب لدرجة معينة فى بعض تلوث البيئة بالفضلات ، ولكن الانسان بما لديه من أساليب فنية حديثة قد زاد من مساهمته الكبيرة فى ذلك القدر من التلوث •

وفى دنيا الحياة الطبيعية تؤدى كائنات الانحلال فى التربة والمـاء فعل الاكتساح بدفق المياه الغزيرة والتحركات الهوائية مما يمنع تراكم مواد التلوث سواء كانت عضوية أو غير عضوية • وحين تنقلب مثـل هذه الدورات اما بفعل تراكم أو تزايد كمية التلوث أو بتغيير جانب من عملية الشفاء الطبيعى من التلوث تظهر لدينا حالة رئيسـية من التلوث تجذب غالبا انتباهنا على نمط غير سار •

وليست هناك تقريبـا نهاية لموضوع التلوث ، وقد وضعت كثير من الكتب الممتازة عن جوانبه المتعددة لمن يهتمون بالدراسـة العميقة لهذا الموضوع • وسوف نقتصر هنا على الأشكال الرئيسية للتلوث مع أمثلة لبعض ما يحيط بها من تشابهات وعوامل بيئية •

تلوث المياه :

نادرا ما نتوقف لننظر فى العمل اليومى المتكرر من ترشيح كميات المياه التى تتزود بها المدن ومعالجتها كيماويا ، ولكنه بدون هذا العلاج الوقائى فان النوعيات الكثيرة من كائنـات الأمراض مثل التى تسبب أمراض الحمى المعدية أى حمى التيفود وما يشبهها أى الباراتيفود ووباء الشوطة أى الكوليرا والاسهال الشديد أى الدوسنتاريا بأنواعها المختلفة لابد أن تصبح مواد تلوث واسعة الانتشار بين المنـاطق السكانية من البشر • وهناك أصناف أخرى من مواد التلوث أو تأثيراته أكثر أهمية

من هذه الكائنات الناقلة للأمراض فى مجتمعنا اليوم • وذلك لأننا حققنا تجاهها نجاحا أقل فى حل ما ينشأ عنها من مشكلات تلوث معينة •

ويمكن أن يحدث التغير فى الخصائص المرغوبة للمياه بكثير من الطرق التى نعرضها فيما يلى :

التلوث الحرارى للمياه :

انه يحــدث عن طريق تصريف فائض الميــاه الساخنة داخل ممر مائى • ويحدث ذلك عادة بطول الأنهار بواسطة محطات توليد الكهرباء والمصانع التى تستخدم جميعها المياه فى أغراض التبريد • وحين تشييد كثير من المجمعات السكنية الضخمة يكون الحل كذلك لمشكلة الميــاه الساخنة المتولدة من أجهزة تكييف الهواء هو فى التخلص منها بتفريغها داخل أقرب نهر أو بحيرة • ونظرا لأن الكائنات المــائية تكون درجة حرارة أجسامها فى نفس أو قرب درجة حرارة الميــاه المحيطة بها ، ولا يمكنها أن تتحمل سوى تغير طفيف فى درجة الحرارة فان التأثير المباشر للارتفاع فى درجة الحرارة هو فى تغيير معدل نشاط التحول الغذائى ، مما يتسبب عنه الموت • ونظرا لأن ارتفــاعا فى درجة الحرارة بمقدار ثمانى عشرة درجة فرنهيتية أى عشر درجات مئوية يكفى لمضاعفة معدل كثير من التفاعلات الكيماوية فى خلايا النبات والحيوان ، فانه من السهل أن نرى السبب فى أنه حتى القدر الصــغير نسبيا من التلوث الحرارى يكون كافيا لاحداث تفتيت مميت فى تركيب ونظام التجمعات المائية •

تلوث المياه بتصريف ناتج العواصف الثلجية :

يحمل هذا الناتج معه فى الغالب مواد التلوث النــاتجة من كنس الشوارع مباشرة داخل مصدر للمياه الجــارية بدون أن يصاحب ذلك التصريف أى ترشيح أو معالجة أخرى • وهناك مصدر رئيسى للتلوث

فى الولايات الشمالية من أمريكا هو ملح الطعام ، أى كلوريد الصوديوم المستخدم فى اذابة الثلوج التى تغطى الشوارع فى أثنـاء الشتاء • وقد استعمل من هذا الملح فى شتاء عام ١٩٦٩ — ١٩٧٠ نحو سبعة وسبعين ألف طن مترى لتذويب الثلوج وتصريفها فى حوض خليج أيروند كويت قرب مدينة روشستر بولاية نيويورك ، وقد وجد البـاحثون أن نحو (٣٢٠٠٠ طن مترى) من ملح الطعام ذهبت داخل مياه الخليج ، وظل الباقى مخزونا فى التربة وفى المياه الجوفية لحوض الخليج • وتبلغ أبعاد هذا الخليج الصغير ١ × ٣٫٧ أميال وأقصى عمق له هو ٧٥ قدما ، وقد زاد تركيز أملاح الكلوريد فيه الى خمسة أضـعاف على الأقل خـلال العشرين سنة الأخيرة • وكانت الزيادة أكبر عند قاع الخليج مما أدى الى عدم الاختلاط الرأسى تماما بين طبقـات مياه الخليج التى اختلفت كثافاتهـا • ويؤدى ذلك الى نقص الأكسـجين فى المياه الأعمق التى لا تستطيع الامتزاج بالطبقات العليا الغنية بالأكسجين الجوى مما يؤدى الى نقص ملحوظ فى الحياة المائية عند تلك المساحات •

وان التركيز المتغـير لملح الكلوريد الذائب يمكنـه قلب الميزان الملحى الداخلى لدى أسماك المياه العذبة التى تعيش فى الخليج وفى الجانب المجاور جنوبى بحيرة أونتاريو • وتتعدى مسـتويات تركيز الكلوريد خلال فترات من العام الحد الذى توصى به مصلحة الصحة العمـومية الامريكية من أجل الاستعمال الآدمى • ونظرا لأنه من المعروف أن بعض مركبات الكلور المعينة تحدث طفرة وراثية ضارة عادة فتكون بذلك أية زيادة لتركيز الكلور فى المياه أو الطعام الذى يستهلكه الانسـان أمرا يستوجب النظر اليه بعين الاهتمام • وأخيرا فان ذلك الجزء من الملح المستخدم فى اذابة ثلوج الطريق ، والذى يتراكم فى المياه الجوفية ربما يخلق مشـكلات خطيرة فى المسـتقبل بالنسـبة لامدادات مياه الآبار

المستعملة فى روشستر وغيرها من المناطق التى تتبع برامج مماثلة لاذابة ثلوج الطريق •

تلوث المياه بزيت البترول :

أصبح هذا الأمر محل اهتمام رئيسى من الجماهير منذ ذلك اليوم فى شهر مارس عام ١٩٦٧ حين اصطدمت ناقلة البترول العملاقة تورى كانيون بالصخور والشعاب المواجهة لشاطىء مقاطعة كورنوول فى جنوب غربى انجلترا وتحطمت أجزاؤها وانسكب منها فى البحر مائة وسبعة عشر ألف طن من زيت البترول الخام • وألقى التيار بآلاف الأطنان من الزيت على الشواطىء الانجليزية بل وانتقل عبر القنال الانجليزى الى الشواطىء الفرنسية ، وحين وجد البريطانيون أن الزيت العائم فوق المياه لا يمكن اشعاله نثروا ١٢٥٠٠ طن من المنظفات فوق زيت البترول المراق كمحاولة لاستحلابه ، أى تكسير صفحة الزيت المتصلة الى حبيبات دقيقة ، كما نثروا المنظفات فوق صخور نفس الشاطىء المغطاة بالزيت من أجل ازالة الزيت الذى كان قد وصل فعلا الى أرض الساحل ، ولم يحقق هذا الاجراء نجاحا كبيرا سواء فى البحر أو بطول الشاطىء •

وعندما بحث علماء البيئة هذه الكارثة وجدوا أن التأثير الحيوى الرئيسى المباشر لطفو زيت البترول هو أنه أدى الى قتل الطيور البحرية• فحين كانت تحط الطيور على سطح البحر أو تغوص لتصيد فرائسها تحت الماء كان الزيت يغطى ريشها وتفقد الطيور القدرة على الطفو فوق الماء • وبلغت الوفيات بين نوعين اثنين فقط ما لا يقل عن عشرين ألف من طيور البطريق ، ونحو خمسة آلاف من طيور منقار الحربة ، ولم يقتل الزيت الكائنات الحية فى منطقة المد والجزر مثل الحيوانات الصدفية التى تلتصق بالصخور ، ويسمى أحدها بطلينوس والآخر أطوم ، كما

لم يقتل الزيت نباتات البلانكتون الطافية فى عرض البحر . وعلى العكس من ذلك فان المنظفات هى التى تحولت الى مبيد شديد السمية بالنسبة للبلانكتون البحرى والكائنات الحية فى منطقة المد والجزر التى تعيش على صخور الشواطىء الانجليزية أو حولها . ولم يستخدم الفرنسيون المنظفات ، ولكنهم أسقطوا بدلا منها الطباشير المسحوق فوق الزيت الطافى وغاص خليط الزيت والطباشير فى قاع المحيط ، ومنع انتقال زيت البترول الى المياه الساحلية الضحلة حيث كانت تصبح أشد ضررا على الحياة البحرية الوفيرة هناك .

وبرهنت الدروس البيئية المستفادة من مقاومة زيت البترول المنسكب من الناقلة تورى كانيون على مدى نفعها فى معالجة حوادث اراقة الزيت من السفن ، ومن منصات آبار استخراج البترول من البحر . وأدى كذلك الى سن القوانين على مستوى الحكومة الاتحادية ، وعلى مستوى الولاية من أجل منع هذا التلوث .

تلوث المياه بفضلات المراكب :

ان ذلك يشمل تفريغ الفضلات من السفن داخل المحيطات والبحيرات والأنهار والخزانات ، وأصبح ذلك يمثل مشكلة متزايدة الخطورة مع تزايد عدد السفن التجارية وانتشار رياضة اليخوت فى الولايات المتحدة . وهناك أيضا عمليات الحفر بالكراكات عند مصاب الأنهار لتعميق مجرى السفن الملاحى ، أو لاستخدام ناتج الحفر فى ردم مساحات مائية ضحلة وينتج عن مثل ذلك تلوث للمياه بالطمى على نطاق واسع .

تلوث المياه بفعل الرى والزراعة :

ويحدث ذلك تبعا لما تحمله معها مياه الزراعة من أملاح معدنية من الحقول المروية وتنزلق بها الى أقرب مجرى مائى أو بحيرة وربما تحمل مياه الصرف الزراعى معها أيضا مزيدا من أملاح النترات وغيرها من الكيماويات الموجودة فى الأسمدة الزراعية أو فى مبيدات الحشائش والمبيدات الحشرية من الأراضى التى تمت معالجتها بمثل هذه الكيماويات .

وفى بعض مناطق التعدين الواسعة مثل غرب فرجينيا يمكن أن يسبب صرف فضلات المناجم تلوثا ضارا فى الموارد المائية المجاورة . فهناك تيارات الماء الخارجية من آبار المناجم بعد استخدامها فى تسهيلات الحفر ، وهناك مياه الصرف بعد استخدامها فى غسيل الصخور المستخرجة من المناجم ، وتصبح جميعها فى الغالب ذات حامضية زائدة بفعل الأملاح الذائبة فيها .

تلوث المياه بالفضلات المشعة :

لا تزال هناك مادة تلوث هى ناتج ثانوى لأحد تطبيقات العصر الحديث تحمل اسم الفضلات المشعة وربما تكون المصادر الرئيسية لمثل هذه المواد التلوثية هى معامل البحوث والمستشفيات التى تستخدم النظائر الذرية المشعة على نطاق واسع من أجل اقتفاء أثر اشتراك هذه العناصر فى بناء خلايا الكائنات الحية ، ومن أجل أغراض التشخيص الطبى المتعددة للمرضى ، وذلك مثل تحديد مواضع الأورام السرطانية وأماكن العطب فى الجهاز الدورى وقياس كمية الدم . وبعد مرور محلول النظير المشع خلال جسم المريض يخرج فى صورة فضلات تظل محتفظة بخاصيتها الاشعاعية . ويتم جمع هذه الفضلات ودفنها كل أسبوع داخل أوعية مبطنة بالرصاص ، وهو أمر ليس بالسهل نظرا لأنه

يلزمه ملابس واقية خاصة وتسهيلات خاصة لتناول المواد المشعة ومهمات أخرى غالية الثمن • ويتم كسح المحاليـل المحتوية على هـذه النظائر المشعة لتدخل شبكة الصرف الصحى العمومية ، وهى تصب غالبا فى أحد الممرات المائية مثل نهر أو بحيرة • وعلى الرغم من خطورة ذلك مستقبلا فان الفضلات المشعة من جميع مصادرها أقل خطورة اليوم اذا ما قورنت بالأشكال الأخرى للتلوث التى تنطلق حرة فى البيئة •

تلوث المياه من المزارع المائية الصناعية :

يعتبر ذلك من أهم ما يثور حوله الجدل عن أشكال تلوث الميـاه فى الوقت الحاضر • وهو يتعلق بتحسين نمو النبات والحيوان داخـل نمط بيئى مائى وذلك عن طريق اضافة كميات وافرة من مواد التغذية الملحية الى الماء • وحين يعمل النشاط البشرى على تحويل هذا النوع من التربة فان التلوث يكون سريعا لأن الطحالب الصغيرة وحيدة الخلية وغيرها من النباتات المائية يكون لديها معدل شـاذ للتزايد تحت هذه الظروف المواتية ، فتستطيع استخدام معظم الأكسجين الحر الموجود فى الممر المائى الذى أضيفت اليه كميات زائدة من مواد التغذية • وحينئذ فان الحيوانات الأضخم مثل الأسماك تموت تبعـا لنقص الأكسجين • وتوجد ثلاثة مصادر رئيسية لتلوث المياه بمواد التغذية التكميلية المفرطة التى تأتى منحـدرة من حظائر المواشى والحقـول الزراعية الشـديدة التسميد ، ومحطات الصرف الصحى التى تنقصها المعالجة الكاملة لناتج الصرف ، ولا تستعيد الأملاح الكيماوية الفائضة •

وهناك مصدر آخر يكثر عنه الحديث وهو مواد التنظيف بعـد استخدامها فى المغاسل وهى تحتوى على أملاح الفوسـفات • ويعمل علماء البيئة على تزايد استخدام أملاح الفوسفات فى صناعة المنظفات ولو أن بعض مهندسى الأشغال الصحية وأصحاب مصانع الصـابون

الكبرى ينادون بأن معظم المنتجات العضوية التجارية تدخل فى صناعتها أملاح الفوسفات بطريقة أو بأخرى ، مثال ذلك صابون الغسيل وعلى هذا يكون من العبث الاقتصار فى منع استخدام الفوسفات على المنظفات الصناعية وحدها • وتبين أن الأملاح الكيماوية المستخدمة حاليا فى صناعة المنظفات التى لا تدخلها أملاح الفوسفات تشكل خطورة صحية للأطفال فى المنزل ، وللكبار الذين لديهم حساسية تجاهها •

وعلى كل حال فاننا نستهدف الاتزان البيئى السليم من استعمال المنظفات الصناعية سواء كانت تحتوى أو لا تحتوى على أملاح الفوسفات علما بأن أثرها فى زيادة التلوث عن طريق تربية المزارع المائية أمر ثابت فى السجلات •

تلوث الهواء :

مكونات تلوث الهواء :

تعتبر الفضلات الغازية والمواد الهبائية مثل السناج المكونات الرئيسية لتلوث الهواء ، ولكن توجد أنواع أخرى من المواد المثيرة للدهشة تلوث هى أيضا الجو المحيط بنا وخاصة فى المناطق الحضرية النامية والمواقع الصناعية • فتوجد مواد التلوث الكيماوية بكميات ملحوظة ، وتشمل غاز أول أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة • ويتحد غاز أول أكسيد الكربون فى الحال مع هيموجلوبين كرام الدم الحمراء فيمنع الهيموجلوبين من حمل الأكسجين • وتحدث الوفاة نتيجة نقص الأكسجين اذا تعرض الشخص حتى للتركيزات المنخفضة من هذا الغاز • وتعتبر أكاسيد الكبريت وخاصة ثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين والادروكراين المكونات الرئيسية المشتركة مع بخار الماء فى تكوين الضباب حول المناطق الصناعية • وتوجد مواد تلوث أخرى بكميات أقل وهى تشمل غاز الأوزون وغيره من عوامل التأكسد

وكذلك دقائق الزرنيـخ والاسـبستوس والبريليـوم والفـلوريدات والرصاص والمبيدات الحشرية عضوية وغير عضوية والكبريتيدات •

مصادر تلوث الهواء :

ينشأ التلوث الطبيعي للهواء أسـاسا من حرائق الغابات وثوران البراكين وعموما فان عدم انتظام وقوع هذه الأحداث والوقت القصير الذى تستغرقه يضمن لنا أن مواد التلوث المنطلقة فى الجو تنقشع وتتبدد بفعل تحركات الهواء • ومنذ ظهور صفة الانسـان كحيوان يستخدم التطبيقات الفنية والصناعية ، أصبح تلوث الهواء من أبرز سمات دنيانا وأكثرها الحاحا •

وتعتبر اليوم المصادر الرئيسية لتلوث الهواء هى الصناعات التفاعلية ومحطات توليد الطاقة الكهربية التى تحرق الفحم وزيت البترول لادارة مولدات الكهـرباء ، وكذلك الآلات التى تعمـل بمحركات الاحتراق الداخـلى • وقد اسـتنت بعض المدن قوانين محلية للحد من الكمية المسموح بها من مواد التلوث المنبعثة من آلات المصانع كما صدرت مثل هذه القوانين على مستوى الولاية وعلى مستوى الحكومة الاتحادية •

وجرى بذل جهد خاص مشترك من علماء البيئة ورجال الحكومة وأصحاب صناعة السيارات من أجل تقليل النـاتج الصادر عن محرك السيارة ذات الاحتراق الداخلى حتى يصل الى المستوى المقبول ، ولابد أن يكون الحل الأخير لهذه المشكلة المزعجة هو فى التحول الى استخدام نوع آخر من المحركات يصدر عنه تلوث أقل بأن يعمـل بطاقة البخار أو بالطاقة الكهربية بدلا من الذى يعمل بحرق البنزين • ونظرا لأن ولاية كاليفورنيـا وغيرها من الولايات قد قررت اعتبـار منتصـف حقبة السبعينيات الحد الفاصـل من أجل التوصـل الى معايير الحد الأدنى

لعوادم الاحتراق الداخلى ، فان دوائر صناعة السيارات فى ديترويت أخذت تعمل بشدة لايجاد حل لهذه المشكلة •

وكان علماء البيئة أقل نجاحا فى الوصول الى تنظيم العوادم الصادرة من آلات محطات توليد الكهرباء الضخمة • ففى منطقة الأركان الأربعة فى جنوب غربى الولايات المتحدة حيث تتلاقى الحدود المشتركة لولايات أريزونا ونيومكسيكو وأوتاوة وكلوراد ، وأقيمت حديثا سلسلة من محطات توليد الكهرباء الضخمة • وتنطلق كل يوم من هذه المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء كميات هائلة من مواد تلوث الهواء تغطى على حسب ما هو شائع آلاف الأميال المربعة • وتحاول جماعات المحافظة على البيئة ومجلس قبيلة نافاجو الهندية اتخاذ الاجراءات القانونية للعمل على خفض هذا التلوث للهواء •

تأثيرات تلوث الهواء :

ان التأثيرات الرئيسية المعروفة لتلوث الهواء هى بالطبع ما يتعلق بصحة الانسان • ففى المدن ذات التلوث العالى يقل عمر الانسان تبعا لتزايد الاصابة بمرض الدرن الرئوى وغيره من أمراض الرئة • ومن الطبيعى أن هذه التأثيرات ليست مقصورة على الناس • فهناك أنواع كثيرة من الأزهار والشجيرات والأشجار غير قادرة على أن تنجح فى مجرد البقاء حية فى بعض المدن مثل لوس أنجلوس ، فقد لاحظ المحترفون وهواة زراعة الزهور فى جنوبى كاليفورنيا مثل زهور الأوركيد أن براعم وأوراق النباتات التى يربونها داخل الصوبة تتلف بسبب ضباب الغازات وبخار الماء ، الأمر الذى أرغمهم على نقل مقار أعمالهم أو هجرها •

ولا يقتصر ضرر تلوث الهواء على المنطقة الحضرية أو الصناعية الواقعة مباشرة فى دائرة مصدر التلوث • فقد وجد أن ضباب الغازات وبخار الماء المتحرك من حوض لوس أنجلوس يتلف زراعات نباتات

المحاصيل ، ويقتل غابات الصنوبر الجبلية على بعد مائة ميل • وفى نهاية عام ١٩٧٠ أثبت المسح الجوى لغابة أنجلوس القومية التى تكتنف مدينة لوس أنجلوس أن عدد مائتين وواحد وستين ألف شجرة صنوبر قضى عليها الضباب الملوث • ولا يقتصر التغيير على النسج الغذائى الخاص بتجمع أشجار الصنوبر والعلاقات الحيوية الأخرى للتجمع بل ان أنشطة الترويح وقطع الأخشاب فى مثل هذه المناطق سوف تتغير بدون شك مع استمرار هذا المعدل الرهيب فى فقدان أنواع الأشجار السائدة هناك •

وربما يسبب كذلك تلوث الهواء حدوث تغييرات رئيسية فى أحوال الطقس والمناخ • أن بلدة لابورت فى ولاية أنديانا الواقعة على الجانب الشرقى من طرف بحيرة متشجان أخذ يتزايد فيها ســوء الطقس طوال الخمسة وأربعين عاما الماضية • فقد زاد سقوط الضـباب بنسبة أكثر من ٣٠٪ خلال أربعين عاما ، كما أن عدد العواصف الثلجية وعدد أيام سقوط البرد وكميات الضباب الكلية فى بلدة لابورت زادت كثيرا عما سجلته محطات الأرصاد الجوية فى المنــاطق المجـاورة • ويعتبر تزايد تلوث الهواء فى منطقة المجمعات الصناعية عند شيكاغو مع جارى على بعد ثلاثين ميلا غــرب بلدة لابورت أنه أمر شــديد الارتبــاط بهذه الاتجاهات الحادثة فى البلدة ، بل انه حتى أيام الطقس السيىء فى لابورت تكون هى نفس الأيام التى يشتد فيها تلوث الهواء الجوى فى شكاغو ويبدو أن كميات الأبخرة الحرارية وبخار الماء المنبعثة من مصانع شيكاغو تسبب تكون السحب المنخفضة التى تتحرك بعــدها نحو طرف بحيرة متشجان حيث تلتقط معها كميات اضافية من بخار المــاء • وفى الوقت الذى تصل فيه هذه السحب الى بلدة لابورت تعمل المادة الهبائية ضمن خليط مواد التلوث عمل الأنوية يتكثف عليها مزيد من بخار الماء وتكون النتيجة هى سقوط الضباب الكثيف •

ولا تنحصر مشكلة تلوث الهواء على البيئة الخارجية المفتوحة • ان التدخين فى الأماكن المغلقة مثل حجرات الدراسة أو غرف المؤتمرات أو قمرات الطائرات أو داخل السيارات المغلقة النوافذ يتسبب فى زيادة مناسيب مواد التلوث الهبائية والغـازية مثل أول أكسيد الكربون • وفى تقـرير أمام مجلس الكونجـرس بتاريخ ينـاير عام ١٩٧٢ أعلن الجراحون الأمريكيون عن وجود الدليل على أن الخطورة الصحية من مثل هذه المواد التى تلوث الهواء ليست مقصـورة على المدخنين • ان غير المدخنين المتواجدين داخل حجرة امتلأت بالدخان ربما يتعرضـون لمناسيب ضارة من غاز أول أكسيد الكربون التى تهدد بصفة خاصـة الأشخاص الذين يعـانون من النزلات الشعبية الرئوية المزمنة وأمراض الشريان التاجى • واذا بلغ تركيز غاز أول أكسيد الكربون من ٢٠ حتى ٨٠ جزءا فى المليون ، فانه يؤثر عكسـيا على سـلامة البصر والسمع ويعوق مقدرة السائق على الاستجابة للأنوار وتقدير المسافات • وتسبب التركيزات العـالية من غاز أول أكسيد الكربون حدوث الوفاة بسبب تعطيل الغاز لنقل الأكسجين فى الدم • ومن الطبيعى أن المدخن نفسه يكون عرضـة لمناسـيب أعلى من التـلوث عما يكون عليه الشخص غير المدخن •

وقرر « فنسان شافر » فى مقالته المنشورة عام ١٩٦٩ فى مجـلة علوم الأحياء أن « الانسان فى عملية التدخين يهين رئتيه بتركيز لا يقل عن عشرة ملايين هباءة دخانية لكل سنتيمتر مكعب • ويعتبر هذا التركيز أشد بنحو من عشرة الى مائة ضعف لما يكون عليه تلوث الهواء فى منطقة حضرية سـيئة التلوث للغـاية مثل مدينـة لوس أنجلوس أو مدينة نيويورك » •

التلوث بالفضلات الصلبة :

يتم التخلص عادة من الفضـــلات فى الولايات المتحدة بواحدة من طرق ثلاث هى تصـــييرها رمادا بالحـــرق أو ردم الأرض بها أو اعادة تشكيلها لتدخل فى صناعات أخرى •

١ تصيير الفضلات رمادا :

يعتبر الآن حرق المواد الصلبة أمرا غير مرغوب فيه بسبب مساهمته الكبرى فى تلوث الهواء • وبالرغم من أن الحرق لا يزال هو الأسلوب الرئيسى للتخلص من الفضلات الصلبة فى بعض قطاعات البلاد فانه قد تزايد قصره على المناطق التى يعيش فيها القليل من السكان متفرقين •

ردم الأرض بالفضلات :

يجرى التخلص من الفضـــلات الصلبة عن طريق ردم الأرض بها أو ما يسمى بالردم للمحافظة على الصحة • ويتم ذلك بتفريغ الفضلات الصلبة داخل حفرة أو منخفض طبيعى أو مستنقع أو مصب ســاحلى لأحد الأنهار ، وحين يمتلىء المنخفض تتم تغطية مواد الفضلات بالتراب• ويعتبر هذا هو الشكل الشـــائع لنظام التخلص من القمامة والفضلات النـــاتجة من البلدان والمدن نظرا لانخفاض تكلفته وقلة متاعب اجرائه وتكفله بمنع تلوث الهواء • وقد وجدت سلطات مدينـــة شارلستون بولاية كارولينا الجنوبية أن هذا النظام يكلفنا ٦٥ سنتا عن كل طن من القمامة يجرى التخلص منه باستخدام طريقة ردم الأرض بالفضلات فى منطقة مستنقعات قرب الساحل • وبعد أن تغطى طبقة سمكها ٢٤ قدما من الفضلات بالطين فان الأرض يمكن أن تباع لاستخدامها فى أغراض التنمية الأخرى •

ولسوء الحظ فان بعض المدن الساحلية لاتزال تجد أنه من السهل عليها التخلص من قمامتها وقاذوراتها بالقائها فى البحر فتسبب بذلك تلوث المياه البحرية وأن هذا الصرف الصحي البحرى بما له من عواقب ضارة واسعة النطاق على كافة المناطق المحيطة بالبحر هو أمر لا يمكن أن يتسم بطابع المسئولية تجاه المجتمع او نحو البيئة .

اعادة تشكيل الفضلات :

تعتبر اعادة تشكيل الفضلات الطريقة البيئية النافعة لتجنب التلوث بالفضلات الصلبة ، وقد أخذت هذه الطريقة تكتسب الأفضلية بسرعة تبعا للأساليب الفنية الحديثة التى جعلتها تنافس اقتصاديا طريقة ردم الأرض بالفضلات ، ويقصد باعادة التشكيل أنها ببساطة اصلاح واعادة تشغيل الفضلات فى دورة الانتاج . ولنأخذ مثالا لذلك الورق وهو يمثل أضخم مشكلة تتطلب اعادة التشكيل فى الولايات المتحدة . ولسوء الحظ فان نسبة ٥٠٪ من هذا الورق العادم هى من الورق المقوى ، وأنه لا يعاد تشغيل سوى ٢٠٪ من الورق المقوى فقط فى ظل الأساليب الحالية . وقد قام الباحثون فى لجنة الطاقة الذرية الأمريكية بتجربة اطعام الماشية بغذاء يحتوى على فضلات ورق من النوع الفاخر وهو المصنوع أصلا من قشور البصل والعظام ، ولما كانت الأجهزة الهضمية للماشية تحتوى على ميكروبات قادرة على هضم مادة السليلوز التى يتركب منها الورق ، فان الماشية زاد تسمينها على هذا الغذاء .

وأمكن كذلك استخدام فضلات الورق كمزرعة لنمو الخميرة اللازمة لصناعة البيرة .

هذا مع أن اعادة التشكيل الرئيسية لفضلات الورق لا تزال موجهة الى صنع منتجات ورقية جديدة .

ان علب الصفيح المصنوعة من رقائق الصلب المطلى بالقصدير والمألوفة فى تعليب الأغذية المحفوظة التى نجدها فوق أرفف محلات البقالة قد أخذت اليوم علب الألمنيوم تحل محل نسبة كبيرة منها فى صناعة تعليب الأغذية المحفوظة •

ولسوء الحظ فان كل ما يلمع ليس بذهب حتى ولو لم يكن يصدأ • ونجد أن علب الألمنيوم لا يعاد تشكيلها بل تتناثر ملقاة على جانبى الطريق بعد استعمال ما بداخلها ، بالرغم من أن هذه العلب أكثر مقاومة للصدأ من علب الصفيح ذات النمط القديم •

وتكسى حاليا علب الصفيح بقشرة راتنجية بدلا من طلائها بالقصدير ويمكن بسهولة نزع الراتنج فى أثناء اعادة صهر العلب المستعملة وسبكها مما يتيح اعادة تشكيل علب الصفيح للاستفادة منها • ونظرا لتدهور خصائصها حين نبذها فى العراء ، فان علب الصفيح الجديدة القابلة لاعادة التشكيل ربما تكون مفضلة من الناحية البيئية عن علب الألمنيوم الأقل تكلفة •

ومن الواضح أن الأوعية الزجاجية يمكن اعادة تشكيلها مباشرة عن طريق اعادة الاستخدام • ولكن من المتصور وجود طرق أخرى للاستفادة من الزجاج عن طريق الطحن واستخدام المادة الحبيبية فى أغراض العزل الحرارى حيث تدخل فى صنع بلاط الأرضية المركب من مادة الفنيل ، وفى حوائط المبانى مسبقة التجهيز ، وفى فرشة تكسية الطرق بعد السفلتة •

وتقف فضلات مشغولات البلاستيك تتحدى اعادة التشكيل لأنها لا تؤثر فيها العوامل الحيوية أو الجوية • وهى يمكن اذابتها ولكن الخبيصة الناتجة لا يسهل التخلص منها ، كما لا تقبل اعادة التشكيل •

ولحسن الحظ فقد وجد أن هناك شوائب معينة يمكن اضافتها لتجعل مشغولات البلاستيك تضعف بعد فترة معينة من الوقت . ويستطيع رجال الصناعة ضبط تكوين مشغولات البلاستيك لتلبية أغراض متنوعة تبعا لطول فترة الاستخدام المنتظرة لكل نوع من المشغولات .

وأخيرا يلزم أن نذكر واحدا من الحلول المثيرة لمشكلة التخلص من الفضلات الصلبة ، فقد اقترح أحد الرؤساء السابقين للجنة الطاقة الذرية الأمريكية وهو جلين سيبورج أن يجرى تحطيم القمامة الى ذرات منفردة باستخدام شعلة ناتجة من أحد مفاعلات اندماج أنوية ذرات الادروجين وهو يعطى طاقة رهيبة لا يمكن أن تقارن بها مفاعلات الانشطار النووى المألوفة . ولسوء الحظ فان كمية الاشعاعات الذرية الناتجة لابد أن تجعل من هذه الفكرة أمرا غير عملى فى الوقت الحاضر .

مبيدات الآفات ومشاكل التلوث :

تعنى كلمة مبيد الآفات أية مادة كيماوية تستخدم لتنظيم النمو السكانى لأحد الأنواع التى تعتبر من الآفات الوبائية . وتشمل مبيدات الآفات مبيدات الحشائش التى تستخدم للسيطرة على مساحات نمو النباتات العشبية كما تشمل المبيدات الحشرية المستخدمة للسيطرة على عدد الحشرات وتشمل كذلك المبيدات الحيوية وهى مبيدات عمومية قد تستخدم لقتل جميع صور الحياة .

ان الاستخدامات الرئيسية للمبيدات هى لقتل الآفات النباتية أو الحيوانية ولوقف انتشار الأمراض ولحماية المحاصيل وتعتبر جميعها أغراضا حميدة تماما .

ومهما كان فانه منذ نهاية الحرب العالمية الثانية أخذت تظهر مشكلات كبرى من الافراط فى تطوير انتاج واستخدام مبيدات معينة .

وتركزت هذه المشكلات فى تزايد استخدام المبيدات التى لا تتلاشى ، وفى تراكمها فى الأنماط البيئية للدنيا وفى تزايد مقاومة الآفات لهـا وفى خطورتها الكامنة تجاه الانسان والكائنات الحية عموما .

وحتى قيام الحرب العالمية الثانية لم تكن هناك مشكلة نظرا لعدم ظهور أصناف مبيدات الآفات ذات الجزيئات الكيماوية المخلقة صناعيا . ففى تلك الفترة التى سـبقت الحرب العـالمية الثـانية كانت المركبات الكيماوية الموجودة طبيعيـا مثل النيكوتين المستخلص من أوراق التبغ وزرنيخات الرصاص هى التى تسـتخدم كمبيدات للآفات . ولكن مع تقدم المعرفة الكيماوية بدأ الكيماويون فى التخليق الصـناعى لمركبات مبيدات الآفات التى لا تستخلص من مصادر طبيعية ، وكان من بين هذه المركبات الصـناعية الادروكرابن المكلورة التى تشـمل بعض المبيدات الحشرية مثل د . د . ت . (ثانى كلوريد الفنيل الثنائى ثالث كلوريد الايثان) ومشتقاته وهى د . د . أ ثم د . د . د . بالاضافة الى مركب داى ايلدرين ومركب كلوردان ومبيدات الحشائش مادة (٢ ، ٤ ــ د) ومادة (٢ ، ٤ ، ٥ ــ ت) . وعلى الخلاف من المبيدات المستخلصة من الطبيعة فان هذه المركبات لا تنكسر مضمحلة بالتـأثير الحيوى وتدوم فاعليتها عدة سنوات دون تغير لحالتها . وهكذا وجد أنه حين رش مادة د . د . ت . على جدران المنازل والمناطق العامرة بالحياة كانت حشرات البعوض الناقلة للملاريا تموت اذا هبطت على سطح قد سبق رشه منذ شهور مضت ، وساعدت مادة د . د . ت . على قهر الملاريا فى أنحـاء الدنيا فضلا عن أنها منعت انتشار أوبئة التيفوس خلال الحرب العالمية الثـانية . وثبت من تزايد اسـتخدام د . د . ت . فى رش المحاصيل الزراعية أنها مادة ذات فوائد تبشر باستمرار التوسع فى انتاجها .

وبعدها فى عام ١٩٤٦ لوحظ لأول مرة أن عدة سلالات وراثية من حشرة ذبابة الفاكهة أصبح لديها مناعة ضد المبيد د • د • ت • وفى عام ١٩٤٨ كان هناك أحد عشر نوعا من الذباب تعيش فى سلام وتعاطف مع هذا المبيد • وفى عام ١٩٥٨ اكتسبت هذه المناعة ثمانية وسبعون نوعا من الحشرات لمادة د • د • ت • وأصبحت هذه المناعة المتزايدة مثلا تقليديا للتطور السريع المتزايد •

وباختصار فان التوسع فى استعمال المبيد د • د • ت • قد تسبب فى حدوث انجاب طبيعى لسلالات وراثية من نوع الحشرة الواحد بحيث يأتى هذا الانتخاب بالسلالات القادرة على انتاج أنزيمات مضادة للسموم الموجودة فى هذا المبيد وتندثر السلالات الوراثية سريعة التأثر بهذه السمية • وكان هناك أيضا انتخاب شديد للاحتفاظ بالسلالات التى يتضح من سلوكها أنها تتجنب مضادات الآفات ، فتظل الحشرة فى منأى عن المبيد ، وتستمر فى البقاء حية وتتكاثر أفضل من تلك الحشرات التى لم تفلت من التعرض الكامل للمبيد • ففى عدة أنواع من حشرة البعوض التى تعيش فى المناطق الحارة وهى نوع ايد س ونوع كيولكس كانت جماعاتها السكانية التى وجدت فى سنوات الأربعينيات وما قبلها تعتبر أساسا أنواعا منزلية حيث تتغذى على دم الأشخاص النائمين فى الداخل ، ولكنها الآن لا تقرص ضحاياها سوى خارج المنازل ، مما يدل على أن السلالات الوراثية التى تتبع هذا السلوك هى التى استمر بقاؤها حية بدلا من تلك التى اعتادت دخول المنازل وأن تحط على الجدران المرشوشة بمبيد د • د • ت • فتموت •

وتشير بوضوح كارثة زراعات القطن فى وادى كانيت بجمهورية بيرو خلال الخمسينات الى أن نتيجة الرش بالمبيدات كانت هى حدوث انتخاب طبيعى أدى الى ظهور سلالات ذات مناعة ضد المبيدات •

ففي هذا الوادي الساحلي من بيرو ظلت زراعات القطن الواسعة منذ أن بدأت في العشرينيات حتى أواخر الأربعينيات لا تستخدم سوى المبيدات الحشرية العتيقة الطراز مثل كبريتات النيكوتين وزرنيخات الكالسيوم • وظل بذلك المجمع الزراعي في الوادي محدود الاصابة بالآفات الحشرية ولكن حدث بعدها أن قرر المزارعون هناك استخدام المبيدات الحشرية الكيماوية العضوية الجديدة بما فيها مادة د • د • ت • ومادة ب • هـ • ك • (سادس كلوريد السزين) ومادة توكسافين • ونتج عن ذلك ازدياد رائع في محصول القطن حيث ظهر أن مبيدات الآفات الحديثة عملت على انقاص الجماعات السكانية الحشرية ، وظللت الوادي غمامة المبيدات الجديدة • ولكنه بعد عدة أعوام أخذت بعض الآفات القديمة تبدى مناعة ضد المبيدات الحشرية وتزايد ضررها وظهرت آفات جديدة منيعة ضد مبيدات الكلور العضوية • وفي موسم عام ١٩٥٥ ــ ١٩٥٦ زيدت الرشات بكثرة ولكن مناعة الحشرات كانت عامة ونقص المحصول حتى أصبح من أقل المحاصيل التي سجلتها المنطقة من قبل • وكان على مزارعي القطن أن يهجروا بعدها هذه المبيدات الحشرية ويبدءوا برنامج مكافحة متكامل باستخدام الكيماويات القديمة غير التركيبية وأن يعودوا للمكافحة الطبيعية الحيوية للآفات عن طريق تشجيع أعدائها المحليين • وفي ظل هذا البرنامج ازداد محصول القطن كثيرا ونقصت الآفات الى مناسيبها القديمة وسرعان ما اختفت موجات انتشار السلالات الجديدة •

واذا كانت المبيدات المستديمة ينحصر استخدامها فقط في المناطق الزراعية للدول المتقدمة لكان للأمر أهميته من وجهة النظر الاقتصادية بوصفه مثالا للضرر الذي ينزل بالانسان نتيجة لافساده ميزان الطبيعة ولكنها لا تؤثر في معظم البشر بشكل مباشر • ان المبيدات المستديمة هي لسوء الحظ ذات صفتين رديئتين أولاهما البقاء مدة طويلة وثانيتهما

الانتشـار بسهولة ، ويتسبب الرش الهـوائي فى ضـياع معظم كمية المبيدات عن طريق البخر حيث دلت الاختبارات التى أجريت فوق حقول القمح على أنه لا يصل فى الحقيقة الى نباتات القمح سوى ٥٠٪ فقط من الكميات المرشوشة . وتحمل باقى النسبة تيـارات الهواء خلال الطبقة السفلى من الغلاف الجوى الى المناطق المجاورة ، وحتى لو مكث جزء من المبيد فى الحقل المرشوش ، فانه سوف يسيل بعدها مع سقوط الأمطار التى تغسل أوراق النبات . وحين تصل المبيدات الى ترعة أو نهر سواء عن طريق التيارات الهوائية أو حين تسيل مع مياه الأمطار فانهـا عادة يجرى امتصاص بواسطة دقائق القذارة العالقة وتحملها حركة المياه نحو المحيطات ، وفى عام ١٩٦٧ اكتشفت مادة د . د . ت . داخـل أنسجة جسم طيـور البطريق وغيرها من الكائنـات البرية فى القـارة القطبية المتجمدة الجنوبية مما يدل على أن مادة د . د . ت . كانت قد انتشرت بصفة عامة فى أنحاء الدنيا حتى وصلت الى المناطق التى لم يحدث فيها قط أية عملية رش للمبيدات .

ان الطبيعة المستديمة لجزيئـات مادة د . د . ت . وأقربائها من الادروكرابين المكلورة بالاضافة لشراهة هذه الجزيئات فى الامتزاج مع الأجسام الدهنية تجعلها تتراكم فى أعلى مستويات السلاسـل الغذائية الطبيعية فى كافة أنحاء الدنيا . وفى العلاقة النموذجية للهرم الغذائى فان الحيوانات عند كل مسـتوى تغذية تتخصص فى أكل أعداد كبيرة من الكائنات الواقعة عند المستويات المنخفضة عن مسـتواها . فاذا كانت هذه الفرائس الحشرية يوجد داخل أنسجتها أية كمية من مبيد د.د.ت. فانه سوف يدخل مساهما فى تركيب أنسجة جسم الحيوانات التى عند المستوى التالى ويتدرج ذلك حتى يصل الى الضوارى العليا . وهكذا فان الطيور الجارحة مثل النسر الأصلع والعقاب بوصـفها أعلى قمـة السلسلة الغـذائية الخاصة بها كانت لابد أن تتلقى أعلى تركيزات من

مادة د ٠ د ٠ ت ٠ وكانت نتيجة ذلك هو ما حدث تماما فى سنوات الستينات حيث بدأت جماعات كل من النسر الأصلع والعقاب فى التناقص تبعا لتزايد تركيزات مادة د ٠ د ٠ ت ٠ فى أجسامها ٠ وسريعا ما اتضح أن نجاحها فى التكاثر العددى قد هبط فجأة الى الصفر ٠ وكان السبب هو فى أن قشر البيض أصبح رقيقا وهشا بحيث يتهشم بسهولة تحت ثقل وزن أحد الأبوين ٠ ووجد من التجارب المعملية بعد ذلك أن مادة د ٠ د ٠ ت ٠ كانت تتداخل فى التوازن الهورمونى بحيث تعمل على خفض محتوى أيون عنصر الكالسيوم فى دم أنثى الطائر الذى يعمل بدوره على تقليل الكالسيوم المتاح لانتاج قشر البيض ٠ ومنذ بدء اكتشاف تأثير د ٠ د ٠ ت ٠ على تهشم قشر بيض طيور النسر الأصلع والعقاب أمكن اكتشاف خسارات كبيرة بالمثل فى جماعات طائر أبو الحناء وطائر البجع البنى وكثير من الطيور الأخرى ٠

ان الثدييات متباينة الأنواع مثل سبع البحر والخفاش حدث لها أيضا نقص مثير فى القدرات التكاثرية خلال الأعوام القليلة الماضية ٠ وفى ولاية أريزونا مثلا حدث نقص بالغ فى عدد جماعات أنواع كثيرة من بين ٢٨ نوعا من الخفافيش السابق تسجيلها هناك ٠ وفى الفترة من عام ١٩٦٣ حتى عام ١٩٦٩ نقص عدد أفراد احدى مستعمرات نوع الخفاش جوانو الذى يعيش غرب بلدة مورينسى من أكثر من ٢٥ مليون فرد الى ٣٠٠٠٠ فرد فقط ٠ وتطير هذه الخفافيش ليلا فوق الحقول الزراعية لتتغذى على الحشرات الطائرة وتسلك فى هجرتها السنوية طريقا يؤدى الى المناطق الزراعية المسماة سينالوا وكذلك سونورا فى جمهورية المكسيك ٠ وتبعا لطول فترة حياة الخفافيش والتى تصل الى ٢١ عاما فانها تكون عرضة لتراكم شحنة مميتة من الادروكرابن المكلورة تأتيها من فرائس الحشرات التى تلتهمها ٠

وكانت توجد أعداد ضخمة من خفافيش جوانو ملقساة ميتة حول نطاق أماكن طعامها فى بلدة مورينسى ، وتحتوى أجسامها الميتة على مادة د . د . ت . ومادة د . د . أ . فى الأنسجة الدهنية .

وصرح عالم الأحياء كوكروم من جامعة أريزونا وهو الذى بحث هذه المشكلة قائلا : « بينما يبدو أن مستقبل خفافيش جوانو كئيب وبينما يبدو سبب كارثة التسمم بالمبيدات غير معزز بالبرهان الذى لا يقبل الشك نجد أن هناك نتيجة واحدة متفق عليها وهى أن خفافيش مستعمرة مورينسى لم يعودوا يلتهمون — كسابق عهدهم — أربعين طنا من حشرات الآفات الزراعية كل ليلة » .

وطبعا فان الانسان بوصفه يتربع على قمة الافتراس فى كثير من السلسلات الغذائية لم يهرب من أثر تدفق مادة د . د . ت . داخل الأنماط الحيوية فى جميع أنحاء الدنيا . انه حتى أفراد الاسكيمو اكتشف وجود تركيز ثلاثة أجزاء د . د . ت . لكل مليون جزء من نسيج أجسامهم الدهنى ، فى حين أن فى مناطق مثل جمهورية المجر واسرائيل التى تستخدم بكثرة مبيدات حشرية (ادروكرابين مكلورة) فان درجات تركيزها فى أنسجة جسم الانسان أعلى من ذلك فهى من ١٢,٤ حتى ١٩,٢ . ويعتبر التركيز السائد لمادة د . د . ت . عند سكان الولايات المتحدة هو من ٥ حتى ٢٠ ، ولسوء الحظ فان هذا التركيز يصل أعلى قدر له فى لبن الأمهات الذى قد يصبح حقا غير صالح لاستهلاك الأطفال الرضع .

وقد اكتشف أيضا أن مادة د . د . ت . تتداخل مع توازن هورمونات الجنس حيث تضاهى فعل الهورمون الأنثوى استروجين ، وتسبب العقم لاناث الفئران . وقد أمكن مشاهدة نفس أنموذج العقم

الذى يحدث اعاقة خروج البويضة نظرا لزيادة تركيز الاستروجين لدى حالات من السيدات الأمريكيات التى سجلتها أبحاث علماء جامعة واشنطن فى أبريل عام ١٩٧١ ٠

التقييد الحيوى :

انه من أجل تجنب مشكلات التلوث الكامنة فى استخدام المبيدات المستديمة فقد اقترح علماء الحشرات الاقتصادية وعلماء البيئة استخدام مركبات الفوسفات العضوية مثل باراثيين وكذلك مالاثيون أو غيرها من الكيماويات الحيوية المشهود لها علميا على أن يرتبط مع استخدامها اتباع أساليب التقييد الحيوى ٠

ويقصد بالتقييد الحيوى أو تحديد النسل بالطرق الحيوية ببساطة أنه تعطيل تكاثر صنف من الكائنات الحية عن طريق الانتفاع بالقضاء على أحد جوانب مراحل حياته أو وظائف أعضائه أو عن طريق استخدام كائن آخر يقضى عليه ٠ ويعود أقدم استخدام معروف للتقييد الحيوى الى عدة آلاف مضت من الأعوام ، حين كان أهل الصين يضعون عيدان الخيزران بين أشجار الفواكه لتيسر حركة جماعات النمل المفترس فيشن غاراته على حشرات الآفات بسهولة ٠

ان الوسائل الرئيسية المستخدمة اليوم للتقييد الحيوى هى الطفيليات والمفترسات والأمراض الميكروبية ٠ وربما تتم التربية بالجملة فى المعمل للطفيليات الطبيعية التى تتطفل على الآفات الحشرية أو النباتية أمثال الزنابير الطفيلية ثم تطلق بعدها عند الحاجة وسط مناطق زراعة المحاصيل ٠ وتباع المفترسات مثل خنافس بعبع الست بالآلاف لتقييد انتشار الحشرات القشرية التى تظهر على ثمار الموالح ، وحشرات المن التى تسبب آفة الندوة العسلية ٠ ويباع الجالون الواحد

الذى يحتوى على مائة وخمس وعشرين ألف خنفساء بمبلغ ستة دولارات ونصف دولار • ولكن البكتريا والفيروسات هى أشد وسائل التقييد الحيوى فاعلية • فهى أنواع متخصصة لا تقتل سوى آفة واحدة ولا تتراكم فى البيئة مثل المبيدات الكيماوية ، ولكنها فقط تنضم الى جماعة نفس الميكروب الموجودة سابقا فى البيئة • وحتى هذا الحين فانه يبدو أن الحشرات تفشل فى مقاومة السلالات النافعة من الأمراض الميكروبية • وتتولى وزارة الزراعة الأمريكية برنامجا فى الولايات الشرقية للتقييد الحيوى لحشرة الخنفساء اليابانية • وقد وجد أن أشد العوامل الحيوية تأثيرا على الحشرة هو نوع من الأمراض الفيروسية يهاجم يرقات الخنافس وهى تحت سطح الأرض •

وتوجد أربعة عيوب رئيسية لاستخدام الميكروبات بصفتها عوامل للتقييد الحيوى وهى :

١ ــ ضرورة استخدام عامل ميكروبى واحد ضد كل نوع من الآفات نظرا لاشتراط التخصص فى مثل هذه العلاقات •

٢ ــ بطء انتشار فاعلية الأمراض الميكروبية عن السرعة التى تتحرك بها دقائق المبيدات الكيماوية التى قد تنتشر سريعا من حقول مرشوشة مجاورة فتقضى على الميكروبات عند اطلاقها وقبل أن تظهر فاعليتها فى مهاجمة الآفات •

٣ ــ يلزم لتربية الميكروبات فى المعمل أن تتم أيضا تربية جماعات نوع حشرة الآفة التى يتخصص الميكروب فى مهاجمتها •

٤ ــ تحظر مصلحة الأغذية والأدوية الاتجار أو البيع للجمهور بالنسبة لأى صنف من كائنات التقييد الحيوى بالميكروبات أو الفيروسات التى تقضى على الآفات الزراعية أو البستانية الأمر الذى يجعل من ذكر الثلاثة عيوب السابقة مجرد توضيح دراسى •

ولهذا ربما نتوقع مستقبلا بعضا من التساهل فى تطبيق هذا الحظر نظرا لأن استخدام أساليب التقييد الحيوى فى مقاومة الآفات أصبح ضرورة حتمية •

ويتيسر اليوم الوصول الى الوسائل الأخرى للتقييد الحيوى التى تعتبر بدائل نافعة للمبيدات الكيماوية التى تنشر التلوث •

فاليوم يتم انتاج سلالات نباتات المحاصيل التى تقاوم الآفات ، حيث يقوم علماء الوراثة بانتخاب الأصناف التى تمتلك أسباب الدفاع الكيماوى مثل احتوائها على المركبات شبه القلوية أو أن تمتلك أسباب الحماية الميكانيكية مثل زيادة سمك القلف الذى يغلف النبات من الخارج •

وهناك أسلوب تعقيم ذكور حشرات الآفات وهو تطبيق فنى ناجح لابادة الذبابة ذات اليرقة الحلزونية وغيرها من أنواع ذباب الفاكهة الضارة* • وتتم تربية ذكور الذباب بأعداد ضخمة داخل المعمل حيث يجرى تعقيمها بالاشعاعات الذرية الصادرة من جزيئات قليل من أملاح نظائر العناصر المشعة تضاف لخليط التغذية الذى تتراكم عليه الحشرات فى المعمل • ويجرى اطلاق جماعات ذكور الذباب العقيمة كل أسبوع • وحين يتزاوج ذكر عقيم مع أنثى ذباب الفاكهة فانها تضع بيضا غير مخصب فلا يتكاثر النوع • وأمكن بذلك ابادة نوع ذبابة الفاكهة ذات اليرقة الحلزونية من أماكن تربية المواشى فى جزر البحر الكاريبى وفى ولاية فلوريدا عن طريق مثل هذه البرامج لاطلاق جماعات كثيفة من الذكور العقيمة •

---

* يوجد فى مصر واحد من هذه المعامل لتعقيم ذكور الذباب المنزلى فى مدينة وادى النطرون على طريق القاهرة اسكندرية الصحراوى عند الكيلو ١٠٥ من القاهرة (المترجم)

وهناك أسلوب يعتمد على التركيب الصناعى للأملاح العضوية التى تثير الروائح المماثلة لتلك التى تصدرها حشرات الآفات وخاصة عند النداء الجنسى • ويمكن استخدام هذه الروائح الصناعية فى تجميع الحشرات البالغة بأعداد هائلة نحو المكان الذى تتخذ ترتيبات ابادتها فيه أو تضليلها ومنعها من التزاوج • ويوجد أيضا أسلوب استخدام مبيدات حشرية هورمونية محددة لكل نوع تستطيع أن تلقب التوازن الهورمونى فى جسم نوع الحشرة حين يجرى امتصاصه من خلال غلاف جسمها الخارجى فيسبب فشل التكاثر أو الموت ، ولا يصيب الأنواع الأخرى فى نفس المنطقة • وأخيرا هناك أسلوب اشارات الأشعة الذى يمكن استخدامه فى جذب وابادة الحشرات أو فى تغيير توقيتاتها الحيوية أو فى عرقلة مواعيد الدورات الموسمية لأنواع الآفات •

ان معظم الحشرات البالغة التى تطير ليلا تنجذب الى ضوء الأشعة فوق البنفسجية فمن السهل استخدام الشبكات المكهربة أو غيرها من المصايد الحشرية مع مصدر لضوء الأشعة فوق البنفسجية فيتكون منها مزدوج يستطيع احكام السيطرة الفعالة على بعض الأنواع من الحشرات•

ويمكن تغيير فترة النور المضيئة فوق مزارع الخضراوات الغالية الثمن والقريبة من المدن بواسطة الاضاءة الصناعية ليلا فترات قصيرة مما يجعل حشرات الآفات تخلد الى السكون أو تمتنع عن وضع بيضها بالشكل المعتاد •

ان القيود المفروضة على التقييد الحيوى شأنها فى ذلك شأن التقييد الكيماوى تتحدد فى ارتفاع تكاليفها وصعوبة اجراءات استخدامها وما يحدث أحيانا من عدم استطاعة التحكم فى مقدار تكاثر العامل الحيوى المستخدم •

ويظهر ارتفاع التكاليف من كثرة متطلبات تربية الطفيليات والذكور العقيمة أو غيرها من عوامل التقييد داخل أحد المعامل • وبالنسبة لاجراءات الاستخدام فان ساعات العمل البشرى اللازمة للمحافظة على حياة الكائنات التى يتم اطلاقها تحت ظروف محكمة من السيطرة عليها هى عادة ساعات تزيد كثيرا عن زمن التصنيع اللازم للحصول على المنتج الكيماوى الذى يمكنه معالجة نفس المساحة من الحقل الزراعى عن طريق الرش بالمبيد الكيماوى • واذا كان يلزم الأمر تكرار المعالجة باستخدام الكائنات الحية فان صعوبة الاجراءات اللازمة للعملية من تربية واطلاق لهذه الكائنات تعتبر أشق من اعادة رش المبيد من الجو أو من على سطح الأرض • وأحيانا ما تضيع السيطرة على الطفيل أو نوع الميكروب المستخدم فيقفز ليصيب نوعا حسنا من البيان الحيوانى فى المنطقة التى جرت فيها المعالجة • وهذا يحتمل أن يحدث اذا كانت الأنواع المنطلقة لا توجد فى الطبيعة ويمكنها أن توجد حتى ولو كانت متخصصة فى نوع الآفة الوحيدة فى مناطق أخرى • وينبغى أن نتذكر أيضا أن كثيرا من المبيدات غير المستديمة ربما تكون مأمونة الاستخدام فى الرش على المحاصيل • وهكذا فان خطة السيطرة المثلى التى تبتعد عن القيود المفروضة على انتاج الكيماويات التى تحدث التلوث كما تتجنب أيضا ما يحدث أحيانا من هفوات اذا ما استخدم التقييد الحيوى وحده يلزمها اتباع برنامج سيطرة متكامل باستخدام عدة أساليب للتقييد فى آن واحد مع ارتباطها بدراسة متقنة للفترات المكشوفة فى دورة حياة الآفة والتى يمكن ابادتها فى أثنائها • وان نجاح مثل هذا البرنامج فى حقول القطن فى وادى كانيت بجمهورية بيرو بعد كارثة استخدام المبيدات الكيماوية (الادروكراين المكلورة) يعتبر دليلا على فاعلية هذه الفكرة •

الخلاصة :

ان تلوث البيئة يعتبر ببساطة مقدمة لحدوث تغير غير مرغوب فيه سواء من الجانب الذى يخص الانسان أو غيره من الكائنات .

ومن بين المشكلات الرئيسية الجارية فى هذا المجال توجد مشكلة تلوث المياه عن طريق ناتج التربية الصناعية فى الأحواض المائية أو عن طريق تغيير درجة حرارة المياه أو عن طريق تصريف ناتج اذابة ثلوج العواصف أو التلوث بانسكاب زيت البترول وفضلات المراكب أو الصرف الصحى أو تدفق مياه الرى والزراعة بعد أن تغسل الأراضى علاوة على تلوث المياه بالفضلات المشعة .

وهناك مشكلة تلوث الهواء والتلوث بالفضلات الصلبة والتلوث بالمبيدات من مختلف أصنافها وخاصة المبيدات الحشرية الكيماوية (الادروكرابن المكلورة) وأيضا مبيدات الحشائش .

ويعتبر التقييد أو تحديد النسل بالطرق الحيوية وبرامج السيطرة المتكاملة هى أساليب لتناول مشكلات الآفات بدون استخدام المبيدات الكيماوية المستديمة المفعول .

الباب التاسع

النمو السكاني البشري

الانفجار السكاني وطبيعة المشكلة :

ان منشأ كل ما يهدد التجمعات الطبيعية والبيئية على كوكبنا الأرضى هو فى الغالب الانفجار السكانى للبشر . ولا يقتصر وجود هذه الأعداد البشرية المتضاعفة على البلاد الآسيوية والنامية فى الدنيا . ان سكان الولايات المتحدة يبلغ عددهم الآن نحو ٢٠٨ مليون نسمة وأصبح الازدحام حقيقة واقعة للحياة حتى فى المناطق النائية مثل منطقتين للمنتزهات القومية والمحمية فى يلوستون * وفى يوسميتى .

ان سكان حوض لوس أنجلوس على المحيط الهادى ومدينة نيويورك الكبرى على المحيط الأطلسى أصبحوا معتادين منذ سنوات على الضباب الممتزج بالأبخرة والغازات الصناعية وغيره من المشكلات المرتبطة بالازدحام السكاني داخل منطقة صغيرة محدودة .

والآن أخذت ولايات بأكملها مثل أوريجون المطلة على المحيط الهادى شمال كاليفورنيا تتيقظ لأخطار النمو السكانى غير المحدود ، وأخذت تحاول تنظيم النمو السكانى أو ايقافه . وظهرت جماعات خاصة داخل الولايات المتحدة الى جانب كثير من المنظمات الخاصة مثل مكتب الشواهد السكانية وهى تسعى لتقليل أو الغاء التزايد الحاد فى عدد السكان الذى شمل الدنيا بأسرها .

---

* « يلوستون » هى منطقة طبيعية محمية تبلغ مساحتها ٣٤٧٢ ميلا مربعا تقع فى شمال غربى ولاية وايومنج وتمتد داخل ولايتى ايداهو ومونتانا وهما على الحدود مع كندا وتضم هذه المنطقة الطبيعية ينابيع المياه والنافورات وبحيرة تحمل ثلاثتها نفس الاسم .

« يوسميتى » هى منطقة طبيعية محمية تبلغ مساحتها ١١٨٩ ميلا مربعا وتقع شرقى وسط ولاية كاليفورنيا وتضم شلالات عالية وجبال قائمة الانحدار وأشجار الخشب الأحمر ووادى بنفس الاسم .

(المترجم)

ان معدل النمو السكانى العالى اليوم هو ظاهرة قريبة العهد نسبيا منذ حوالى عام ١٦٥٠ بعد الميلاد ولو أنه ظهرت قبل هذا التاريخ موجات عالية من الزيادة السكانية ومن المعتقد أن أسلاف الانسان البدائى هم من فصيلة الرئيسيات ذات الأظافر التى تشمل قبيلة البشريات وقبيلة الشبحيات الى حيوانات الليمور التى تشبه القرود ولكنها لاتنشط الا فى الليل مثل الأشباح وتعيش فى جزيرة مدغشقر فى المحيط الهندى أفرادا متفرقين أو فى جماعات صغيرة غير مترابطة • وظهر الانسان الأول يمشى على رجليه الخلفيتين فقط ويصنع الأدوات وربما يتخاطب بالكلام ويعيش فى السهول الواسعة بالنظام العائلى • ومنذ نحو ستمائة ألف عام مضت أخذت تتنقل أشكال البشر من الانسان منتصب القامة مثل انسان بكين وانسان جاوة بين الكهوف وتتخذ لنفسها المأوى الدائم وتستفيد من النار وتصنع الأسلحة وكان يزداد معدل بقاء الانسان حيا عن طريق هذه السمات الحضارية الجديدة • وكانت هذه الثورة الحضارية الرئيسية هى التى أفرزت أول موجة حقيقية من النمو السكانى للبشر فى الدنيا •

ومنذ ثمانية ألف عام تقريبا حدثت الزيادة الثانية الملحوظة فى معدل النمو السكانى للبشر مع ظهور الثورة الزراعية • وتغير عندها الانسان فى عدة مناطق رئيسية من الدنيا حيث تحول من مستوى المعيشة البدائية والصيد والجمع الذى يحياه كل فرد فى جماعة الرحل الى مجتمع زراعى أمكن فيه لبعض السكان زراعة ما يكفى لاطعام المجتمع بأكمله • وأدى أسلوب الاستقرار المعيشى وزراعة نباتات المحاصيل وتربية الماشية الى تقليل المخاطر التى يمكن أن يتعرض لها الانسان العادى وأسرته أكثر مما كان عليه أسلوب الحياة السابق القائم على الارتحال والتجوال • وأمكن تخزين الطعام فى صورة حبوب غذائية لأوقات القحط والجفاف • وترتب على ذلك نقص معدل الوفيات وزيادة المواليد الأحياء •

وبدأت أضخم زيادة فى حجم السكان من البشر للمرة الثالثة فى منتصف القرن السابع عشر ولا تزال تسير بعجلة متزايدة • وهذه الزيادة فى معدل النمو كانت قد اشتعلت بفعل الثورة العلمية الطبية التى بدأت حوالى عام ١٦٥٠ بعد الميلاد •

وزاد تعجيل النمو السكانى بفعل التغيرات الاجتماعية المرتبطة بالتصنيع • وبدأت المعرفة الطبية ومقاييس الصحة العامة تؤدى الى خفض معدل الوفيات بشكل ملحوظ فى ذلك الوقت ، وأخذ هذا الاتجاه يستمر حتى يومنا هذا • وفى البلاد العالية التقدم مثل اليابان والولايات المتحدة وشعوب غرب أوربا أخذ معدل المواليد أيضا يهبط ، ولكن ليس بنفس الدرجة المميزة لمعدل الوفيات • وهكذا يستمر النمو السكانى فى هذه البلاد ولو أنه بمعدل منخفض فى بعض منها • وأخذت التقدمات الفنية فى الاسكان ونقل الطعام تحقق للانسان اليوم سبل المعيشة حتى فى المناطق القطبية النائية أو فى الصحارى حيث كان النمو السكانى فى تلك المناطق يحول دونه نقص الموارد الطبيعية الكافية من الطعام أو الأحوال المعيشية الملائمة •

وفى البلاد المتخلفة مثل الهند وباكستان لم يصل اليها التقدم العلمى والطبى الذى نشأ فى أوربا حتى نشوب الحرب العالمية الثانية •

ففى المدة من عام ١٩٤٠ حتى عام ١٩٤٥ مارست قوات الحلفاء عمليات الصحة العامة هناك مثل مكافحة الملاريا وحفظ المستوى الصحى للموارد المائية العامة على نطاق واسع مما أدى الى هبوط معدلات الوفيات فى هذه البلاد • وظلت معدلات المواليد العالية التى تتميز بها هذه الشعوب غير الصناعية مستمرة دون نقصان • وعندئذ اتسعت الفجوة بين معدل المواليد ومعدل الوفيات مما أدى الى تعجيل معدل النمو السكانى فى كل البلاد الى الحد الذى يقدر معه أن عدد سكان

الدنيا سوف يقفز من المجموع الحالى وهو ٣,٧ ملايين نسمة الى ٧,٤ بلايين نسمة فى عام ٢٠٠٠ .

ان التقييد السكانى هو طبعا المشكلة الرئيسية لكل نوع من الحيوان أو النبات على ظهر هذا الكوكب ، ولكن مع الزمن حافظت هذه الجماعات السكانية على حجمها الثابت فى قليل أو كثير ليكون أقل من السعة الجارية لبيئآتها . وسبق لنا فى الباب الخامس من الكتاب معالجة موضوع ميكانيكية التنظيم العددى للسكان . وتوجد هذه العوامل المعتمدة على الكثافة أو تلك التى لاتعتمد على الكثافة السكانية عند كل الكائنات التى أمكن فحص ظروفها البيئية بكل دقة ، ولابد أن يكون الأمر غريبا اذا كانت غير موجودة فى حالة نوع واحد هو نوع الانسان . ونظرا لأن مشكلة المعدل العالى للزيادة السكانية تبدو حديثة العهد نسبيا فى تاريخ الانسان على سطح الأرض ، فان ذلك يستحق فحص حال المجتمعات البشرية الغابرة والبدائية لنرى كيفية تأثرها بالنمو السكانى وكيفية السيطرة على هذا النمو ، وسوف يتضح من هذا الفحص السبب الذى من أجله فقدنا اليوم معظم عوامل التنظيم السكانى طبيعية كانت أم حضارية ، وهى التى كانت نشطة بين الجماعات البدائية ، وضاع بعض هذه العوامل حين بدأت المدنية فى الثورة الزراعية ، واختفى معظمها مع زمن دخولنا الثورة العلمية الطبية .

النمو السكانى لدى المجتمعات البدائية :

ان الحقائق البيئية والتطورية الرئيسية التى وجدناها حين النظر فى النمو السكانى لدى النباتات والحيوانات فهى تنطبق أيضا على الإنسان حيث ان الاستقرار فى عدد السكان أمر لازم للمحافظة على الحياة ، وأن الانجاب الطبيعى أو التطور يعمل فى غير صالح تلك الكائنات الموجودة فى جماعات يغيب عنها تحديد عدد السكان ، أو

يكون تحديد النسل بدون فاعلية . ونجد فى المجتمعات البشرية البدائية التى عاشت فى الماضى أو التى تعيش فى وقتنا الحاضر ، أن استقرار عدد السكان أمر لازم لاستمرار الحياة . ونظرا لأن المجموعة البشرية المشتغلة بالصيد وجمع الطعام يلزم لنشاطها وجود أماكن واسعة من الأرض تزودها بحاجياتها على مدار السنة يصبح من الضرورى المحافظة على انخفاض الكثافة السكانية على هيئة مجموعات تباعد بينها المسافات الواسعة . واذا تجاوز عدد المجموعة السعة الجارية لمنطقة معيشتها ينبغى على الأفراد أن يطلبوا العيش بالنزوح الاختيارى الى منطقة جديدة ان كانت لا تزاحمهم فيها مجموعة مجاورة وان كانت قد أتيحت لهم الأرض الملائمة .

وقد يفشل أيضا الأفراد الزائدون عن العدد اللازم لمجموعة ما فى انجاب النسل ، أو يتم استبعادهم من المجموعة دون رغبتهم تحت وطأة المجاعة أو المرض أو القتال . وكان توماس روبرت مالتوس الرجل الانجليزى الذى عاش خلال نهاية القرن الثامن عشر هو الذى اعتبر أن هذه العوامل الثلاثة المشار اليها أخيرا هى التى تؤدى الى التحكم فى النمو السكانى وتقييده . وكانت مقالاته الشهيرة فى المدة من عام ١٧٩٨ حتى عام ١٨٠٣ عن قواعد النمو السكانى البشرى هى أول تحذير من أخطار التزايد السكانى وعواقبها المحتملة على الانسان . وكانت المجتمعات البدائية تشكل فى كتاب مالتوس الأساس النفيس للمقارنة مع المجتمعات الصناعية فى زمانه .

ونظرا لأن الانجاب الكثير لابد على حسب الظن أن يحدث لغير صالح مجموعات الأفراد التى ليس لديها أى شكل من أشكال تقييد عدد السكان ، فانه ليس من العجيب أن يضيف الانسان نفسه الى هذه الأشكال لمسات حضارية لتحديد النسل فى مجتمعاته البشرية . ويؤدى

التطور الحضارى الى العديد المدهش من مثل هذه القيود التى تفرض على زيادة النسل ، ولا يتسع حيز الكتاب لغير القليل منها • انه توجد لدى معظم المجتمعات البشرية تقاليد وأنظمة واسعة للتحريم عند الزواج والتناسل • ونجد أن فض عذرية وبكارة البنات المقبلات على الزواج يكان يكون شائعا بين كل المجموعات البشرية العصرية فضلا عن المجموعات البدائية الكثيرة • وهناك غالبا عقوبة للممارسة الجنسية البعيدة عن رباط الزوجية أو للأمومة المبكرة فى المجتمعات التى تسمح بالنشاط الجنسى قبل الزواج • وعادة ما تضع المجتمعات البدائية حدا أدنى وحدا أقصى لسن الأمومة أو سن الأبوة بمقتضى العرف • ان الفاصل الزمنى المطلوب بين كل انجاب للأطفال هو أمر ليس بالغريب • ففى المجتمعات التى من عادتها المحافظة على وجود هذا الفاصل الزمنى يتم منع الانجاب أو تقييد الاتصال الجنسى بين الزوجين اذا كان بغرض الانجاب ، ويستمر هذا القيد الى حين بلوغ الطفل الأخير سنا معينة • وغالبا ما يتم منع الأرملة من تكرار الزواج الى حين انقضاء فترة معينة •

وفى بعض المجتمعات يجرى تمجيد العزوبية والدفاع عنها بوصفها دعوة راقية • ونجد فى مجتمعات معينة جنوب المحيط الهادى ، وفى طبقات الخدم عند الحضارات القديمة أن تطويش الذكور ، أى قطع خصيتى الرجل ، هو الضمان لمراعاة العزوبية • وتمارس جماعات سكانية معينة فى أفريقيا وبعض المجموعات القبلية الأخرى عادة ختان الاناث الصغيرات بوصفها من طقوس الاحتفال بسن البلوغ • وليس بخاف أن العملية الجراحية لبظر العضو التناسلى الأنثوى بالختان تزيل كثيرا من اللذة الحسية المرتبطة بالجماع لدى الأنثى ، ومن ثم يجعلها تقلل من مرات تكرار عملية مواقعتها • وكان ينتفع فى المجموعات السكانية المختلفة بالدعارة والشذوذ الجنسى بوصفهما أشكالا للسلوك الجنسى الذى يؤدى الى تقليل مساهمة مقترفيه فى زيادة النسل •

وكانت هناك ممارسة شائعة جدا عند المجمــوعات البدائية وهى وأد الأطفال أو أى شكل آخر من أشكال قتل الأطفال الصغار • وتصف التوراة فى سفر الخروج كيف استغل فراعين موسى خلال الفترة من عام ٢٥٥٠ حتى عام ١٤٤٧ تقريبــا ق • م • قتــل الأطفال الذكور كاجراء لتحديد نسل جماعات العبيد من اليهود •

وكانت ممارسة قتل الأطفال شائعة بين اليونانيين والرومان فى قمة حضارتهما ، ومن المحتمل أنها شملت أجزاء أخرى من الدنيا فى الماضى وكذلك فى الحــاضر بين المجموعات البدائيــة وأصحاب الحضــارات الريفيــة • وكانت عادة قتــل الأشخاص المرضى وكبار السن ممن لم يصبحوا قادرين على المساهمة فى جمع طعام المجموعة شائعة بين قبائل الهنود الحمر فى أمريكا الشمالية وغيرها من المجتمعات الأخرى • وكان الاجهاض أو قتل الجنين بالوسائل الآلية أو الكيماوية أمرا تمارســه مجمــوعات البشر البدائيــة ولا يزال شــائعا حتى اليوم وخاصة بين أصحاب الحضارات الريفية الزراعية •

وأحيــانا ما يكون القتــال الجثمانى بين أفراد المجمــوعة وبين المجموعات بعضها مع بعض لأسباب غير متعلقة بالهدف المعتاد للحروب وهو امتلاك الأرض أمر له دور هام فى تحديد الحجم السكانى • ومثلا الهنود الحمر من قبيلة جيفارو الذين يقيمون فى شرقى جمهورية اكوادور يمضون معظم أوقات حيــاتهم فى صيد وقتــل أعدائهم من نفس قبيلة جيفارو لأسباب لا تتعلق بالأرض مثل طلب الثــأر والانتقام لجرحاهم الذين سقطوا فى غارات سابقة •

ويعتبر أكل لحوم البشر عند بعض المجموعات شكلا من أشكال الحروب يهدف جزئيا الى تأمين الطعام البشرى • وتشن مجتمعات معينة

الحروب والغارات للاستحواذ على أفراد من الأعداء من أجل التضحيات الدينية وتقديمهم قرابين للآلهة • وتوضح حضارة الأزتك فى وسط المكسيك أن تقديم الأضحية البشرية يمكن أن يكون عاملا هاما بالاضافة الى معدل الوفيات لتحديد النمو السكانى داخل احدى الجماعات السكانية • وكانت الأزتك تتخذ القرابين البشرية قديما فى القرن الرابع عشر ، واستمرت فى ذلك نحو قرنين من الزمان الى حين تم فتح المكسيك على يد الأسبانى « ايرناندو كورتيه » فى عام ١٥٢٠ • وكان تقديم الأضحيات من الأسرى يتم تقريبا فى كل احتفالات الأعياد • وعند المناسبات الكبرى مثل تتويج ملك أو فتح معبد جديد كان يجرى ذبح أعداد رهيبة من الأسرى على الهيكل أو ما يسمى مذبح المعبد • وجاء فى تقدير عدد الأضحيات البشرية السنوية فى جميع أنحاء امبراطورية الأزتك فى المكسيك على حسب أدق السجلات التاريخية أنه يتراوح من عشرين ألفا الى أكثر من خمسين ألفا من البشر • وكان حفل افتتاح معبد وتزيلو بوتشلي الكبير فى عام ١٤٨٦ يتضمن تقديم القرابين البشرية حيث تم ذبح حوالى سبعين ألف أسير •

وينبغى أن نختم هذا العرض لعوامل تنظيم عدد السكان قديما بذكر أن ممارسة الرق أى استعباد البشر كان يؤدى فى الغالب الى تقليل عدد الجماعة السكانية التى تم منها خطف الأفراد لبيعهم أرقاء • ففى القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر قام تجار العبيد وفرق الاغارة القبلية بقتل أعداد ضخمة من الأفريقيين فى أثناء تقييد العبيد المخطوفين وتصديرهم الى مناطق مثل أمريكا وبلدان البحر الكاريبى • وكانت فرق النخاسة وأصحاب العبيد فى تلك الفترة وغيرها من فترات التاريخ لديهم طبعا السيطرة المطلقة على أنشطة التناسل القادمة للأحياء من العبيد • وفى الحضارات القديمة فضلا عن واحد على الأقل من مجتمعات القرن العشرين ، وهو مجتمع الهند كان العبيد يتم قتلهم قربانا

بشريا بجانب قتل غيرهم من أهل المنزل اذا توفى كبير احدى العائلات النبيلة قتيلا فى معركة أو مات نتيجة لأسباب طبيعية . وكان أكثر التعليلات العقلية شيوعا لهذه الممارسة على حسب الحضارة السائدة هو أن الروح الراحلة يلزمها رفاق يخدمونها فى العالم الآخر ، أو أن أهل المنزل لا تبقى لديهم رغبة فى استمرار العيش أحياء بعد وفاة كبيرهم الاعتبارى .

وقد ساعدت كل هذه العوامل بالاضافة الى الأمور الأساسية الثلاثة التى قال عنها مالتوس انها تتحكم فى عدد السكان وهى المجاعات والأوبئة والحروب الخارجية فى تحديد حجم المجتمع البشرى الابتدائى . وجدير بالملاحظة أن عوامل مالتوس بعيدة عن سيطرة الفرد وهى بعيدة فى الغالب عن سيطرة المجتمع الذى يعيش فيه الفرد . وان العوامل التى تفرضها الحضارة السائدة مما تعرضنا له فى الفقرات القليلة السابقة كانت جميعها مفروضة اختياريا بمعرفة المجتمعات نفسها ، أو على الأقل بمعرفة بعض القطاعات فيها . وبينما هذه العوامل كانت قد نشأت فى الظاهر تبعا لأسباب أخرى تتعلق أصلا بأنظمة دينية روحانية تألهية أو تقوم على عبادة الطبيعة الا أنها عوامل أدت الى تقييد فعال لعدد السكان .

ان الغالبية العظمى من هذه الاجراءات التقييدية المرتبطة بالحضارات السائدة لم تعد مقبولة أخلاقيا لدى المجتمعات العصرية ، وليس من المحتمل أن يرتد الجنس البشرى الى هذا الشكل البدائى من التركيب الدينى الذى استمدت أساسها منه .

وأنه فيما عدا أهميتها التاريخية نجد أن معظم هذه العوامل لا يقدم أية معونة جادة لمشكلات الانسان الحالية . وأن ما يمكن أن يستثنى بشكل رئيسى هو التأكيد الاجتماعى على عذرية الأنثى ولا يزال

ساريا فى مجتمعنا ، وكذلك عدم الانجاب بدون زواج ، وأيضا رفع الحد الأدنى لسن الانجاب لتحقيق التقييد من خلال السماح بالزواج • وهذه كلها أمور قادرة على المساهمة الواضحة فى التقييد الفعال لعدد السكان بالارتباط مع غيرها من الاجراءات •

ولتلخيص ما علمناه نقول ان المشكلة السكانية كانت قد جرى التخلص منها داخل المجموعات البشرية القديمة أو البدائية بنفس العوامل الطبيعية التى تقيد معظم الجماعات السكانية الحيوية وبالحدود التى وضعها الانسان بنفسه خلال نماذجه الحضارية • وأصبح الانجاب مثار اهتمام التجمع السكانى بوصفه الجانب الرئيسى للنماذج الاجتماعية والتكيفات التى تتيح للناس أن يعيشوا فى تجمع مشترك • وقبل ظهور الصناعة الحديثة حافظت العوامل البيئية على تحديد عدد السكان فى المناطق بحيث تتوافر لديهم امدادات طبيعية ضخمة من الأغذية النباتية والحيوانية وأدى التطور الحضارى للقيود الاجتماعية الى تحديد الحجم السكانى بالشعور الاختيارى ولو أن فكر المجتمع عن هذه العوامل التقييدية كان فى الغالب غير مرتبط مباشرة بالتقييد السكانى فى حد ذاته •

النمو السكانى لدى المجتمعات العصرية :

ان الثورة العلمية الصناعية ميزت بداية ارتفاع كبير فى موجة النمو السكانى البشرى حيث انه تبعا لانتشار المعرفة الطبية والصحية الاجتماعية دامت حياة الكثيرين بعد مولدهم حتى فى حالات البؤس الشديدة وذلك على حسب قول « توماس مالتوس » ساخرا فى عام ١٧٩٨ •

والى جانب هذا النمو السكانى فان الثورة الجديدة جلبت شيئا من المعرفة بأساليب تحديد النسل ومع التغير التابع فى تحريك الدوافع

نحو تكوين الأسرة صغيرة العدد والذى توله مع حركة التصنيع ، فان معدل المواليد فى البلاد المتقدمة صناعيا بدأ سريعا فى الهبوط ، ولفهم ما يدور فى هذه الأيام وسببه بالرغم من آمال بعض علمـاء الدراسات السكانية فان نفس الانتقال لن يأخذ مكانه داخل معظم الأمم المتخلفة حاليا . وسوف نتعرض فى بحث ذلك لتطبيق ثلاثة مدركات سـكانية أساسية وهى :

$$١ \text{ ــ معدل المواليد} = \frac{\text{عدد المواليد أحياء}}{\text{١٠٠٠ نسمة من السكان}}$$

$$٢ \text{ ــ معدل الوفيات} = \frac{\text{عدد الوفيات}}{\text{١٠٠٠ نسمة من السكان}}$$

٣ ــ معدل الزيادة الطبيعية = معدل المواليد ــ معدل الوفيات .

ويعتبر معدل مواليد قدره خمسـون مولودا فى السنة أنه معدل مرتفع بشكل خطير . وفى عام ١٩٧١ كانت هناك بعض البلاد الأفريقية مثـل النيجر ورواندا وسـوازيلاند * قد حققت ما هو أعلى من ذلك الحد الخطير .

لقد بلغ معدل المواليد فى كل من هذه البلاد الثلاثة ٥٢ فى الألف .

ويعتبر معدل المواليد المنخفض اليـوم هو حول ١٥ فى الألف . وكانت اثنتان من الدول الأوربية وهى السويد ولوكسمبرج تحتفظ بأقل معدل للمواليد فى الدنيا انخفاضا وهو ١٣٫٥ فى الألف .

---

* كانت سوازيلاند محمية بريطانية وهى تقع بين الطرف الجنوبى لموزمبيق وشرقى جنوب افريقيا فى جنوب مدار الجدى . وتبلغ مساحتها ٦٧.٥ اميـال مربعـة وعاصـمتها امبابان وهى فى موقع متوسـط بين لورنسوماركيزو عاصـمة موزمبيق على المحيط الهنـدى وبين مدينـة جوهانسبرج أهم مدن جنوب افريقيا (المترجم)

وتتراوح معدلات الوفيات الحالية بين أقصى متوسط لها وهو ثلاثون حالة وفاة فى الألف لدى جمهورية أنجولا غربى وسط أفريقيا وبين أدنى معدل وهو خمس حالات وفيات فى الألف لدى كل من جزيرة سنغافورة وجزر فيجى وجزيرة تايوان وجزر ريوكيو * .

أما بالنسبة للمستوى العالمى ففى يناير عام ١٩٧١ كان المعدل السنوى للمواليد ٣٤ فى الألف ومعدل الوفيات ١٤ فى الألف وكان بذلك معدل الزيادة السنوية فى عدد سكان الدنيا هو عشرون فى الألف أى ٢٪

ما الذى تعنيه أية زيادة سكانية ، ولتكن بمعدل مثل ٢٪ من ناحية اضافة أجسام حية جديدة الى الجماعة السكانية البشرية ؟

انه على فرض عدم حدوث تغيير فى معدل النمو يكون عدد الأعوام اللازمة لمضاعفة عدد جماعة سكانية بشرية بمعدل نمو معين على النحو التالى :

مسلسل	اسم البلد أو المنطقة ذات معدل النمو الواحد فى عام ١٩٧١	معدل النمو السكانى فى المائة	عدد الأعوام لمضاعفة السكان
١	ألمانيا الشرقية	٠,١٪	٧٠٠ عام
٢	الدنمارك	٠,٥٪	١٤٠ عاما
٣	اليابان والولايات المتحدة	١,٠٪	٧٠ عاما
٤	الأرجنتين	١,٥٪	٤٧ عاما
٥	كل الدنيا وناميبيا	٢,٠٪	٣٥ عاما
٦	افغانستان ولاوس	٢,٥٪	٢٨ عاما
٧	غانا وايران	٣,٠٪	٢٤ عاما
٨	كوستا ريكا	٤,٠٪	١٧,٥ عاما
٩	الكويت	٨,٢٪	٩ أعوام

(*) ١ ــ جزر فيجى : مجموعة جزر تابعة لبريطانيا تقع فى جنوب المحيط الهادى جهة الشرق من استراليا والشمال من نيوزيلندا ، وتبلغ مساحتها ٧٠٦٩ ميلا مربعا . وعاصمتها سوفا . ٢ ــ جزر ريوكيو : سلسلة جزر جنوبى اليابان فى غرب المحيط الهادى وتقع شمال شرقى جزيرة تايوان (فورموزا) وتشكل الحد الشرقى لبحر الصين الشرقى وتبلغ مساحتها ٩٢١ ميلا مربعا (المترجم) .

ونجد من الناحية التاريخية بالطبع أن معدلات النمو السكانى أخذت تتقلب بشكل ملحوظ • وأنه حتى العام الأول للميلاد ازداد سكان الدنيا بمعدل نحو ٠٫٠٠٢٪ كل عام •

وفى الفترة من عام ١٩٠٠ حتى عام ١٩٢٥ كان المعدل نحو ١٪ وهو اليوم ٢٪ وقد بدأت أكبر موجة مثيرة من النمو السكانى حوالى عام ١٩٥٠ •

واذا عدنا الى ذلك العام ونحن متفهمون للجوانب السكانية التى سبق عرضها وبدأنا نعيد النظر حتى وقتنا هذا فى مزج الأحوال الخاصة فى أوربا التى أدت الى خفض معدل الوفيات ، وأدت بعدها الى خفض معدل المواليد بحيث انه بعد انقضاء نحو مائتين من الأعوام على بدء تناقص معدل الوفيات أصبح معدل النمو السكانى الكلى منخفضا نسبيا •

وكانت العوامل المحددة لطول العمر وهى المجاعات والأمراض بدأت تخف فى أوربا خلال القرن السابع عشر بفعل التطورات الصناعية والفنية فى مجال الزراعة ونقل الطعام وبفعل التقدم الطبى الذى قضى على معظم الأمراض الوبائية المدمرة وأمراض الأطفال المعتادة • وأدى التقدم فى فرض اجراءات الصحة العامة مثل أنظمة الصرف الصحى وتجميع القمامة الى تقليل عوامل الوفاة • وفى خلال القرنين التاليين من الزمان كانت هذه الاكتشافات العلمية والطبية قد جرى تصديرها الى أجزاء أخرى من الدنيا عن طريق الارساليات التبشيرية والتجار ، وفى المستعمرات الأوربية • ومع هبوط معدل الوفيات فى أوربا وفى خارجها ازداد معدل نمو السكان بسرعة •

وبالنسبة لسكان أوربا الغربية بدأ معدل المواليد فى النقصان مع بداية عام ١٨٠٠ مقتفيا بصفة عامة معدل الوفيات المتناقص • وان هذا النقص فى معدل المواليـد الموازى للخفض فى معدل الوفيـات يسمى « التحول السكانى » • ويظن أن هذا الانخفاض فى الخصـوبة حدث أساسا بفعل التغير فى الاتجـاهات الاجتماعية فى النظرة الى انجـاب الأطفال • ومع التعاقب من مجتمع زراعى الى مجتمع حضرى صـناعى أصبح الأطفال أقل قيمة اقتصادية وأكثر عبئا اقتصاديا • كان الأطفال عمالا نافعين فى المزرعة ولكن فى المدينة كان الأب هو المتكسب الرئيسى للأجر واشتغال الأبناء الكبار مقابل أجور قليـلة للغاية ومنع الأطفـال الصـغار والأم من الاشـتغال كى ترعاهم • وتحت الظروف الحضرية المتزاحمة والضـغوط الاقتصـادية الاجتماعية للاشـتغال فى الصناعة أصبحت الأسرة صغيرة العدد هى الحالة الأكثر طلبا ، ووجد الانسان فى ذلك دافعا نحو ضبط معدل مواليده بأية وسائل يقدر عليها •

وبالنسبة للبلاد المتخلفة أظهر الموقف السكانى فى منتصف القرن العشرين ارتفاعا مضطردا فى معدلات المواليد أكثر مما هو عليه فى أوربا التى سبقت فى التصنيع وأن ارتفاع معدل المواليد مسـتمر بدون أى نقصان مع وجود معدل وفيات شـديد التناقص نتيجة لتقدم اجراءات الصحة الحديثة • وبدلا من انقضاء عدة قرون فى الاختراع والتحضير كما حدث فى أوربا ، نجد أن عمليات تنقية وتطهير موارد مياه الشرب ، وحملات التطعيم والتحصين ضد الأمراض ، وفرق رش المبيدات لمكافحة الملاريا قد دخلت جميعها البلاد المتخلفة فى آن واحد خلال فترة سنوات قليلة • وهكذا اليوم فان الموقف السكانى فى هذه البـلاد المتخلفة قد ارتقى سريعا الى نقطة تشبه سطحيا ما كانت عليه المؤشرات السـكانية لأوربا فى حوالى من عام ١٧٠٠ حتى عام ١٨٠٠ •

وبينما يكون من المتـوقع أن نرى توازيا مستمرا فى الاتجـاهات السكانية بين أوربا والبلاد المتخلفة نجد علمـاء الاجتماع والدراسات السكانية يتساءلون مرارا عما اذا كان هناك حقا تحول سكانى فى البلاد المتخلفة • وهل من الممكن أن المشـكلة السكانية سوف تحل نفسـها من خلال تحول طبيعى فى الدوافع نحو الاتجـاه الى تكوين الأسرات الأصغر عددا • ويظن كثير من علماء الحياة السكانية أن ذلك لن يحدث للأسباب التى تتضح فيما يلى من فقرات •

انه فى زمان التحول السكانى فى أوربا الغربية كان عدد السكان قليلا بالدرجة التى تكفى لأن يتضح أثر التصنيع والمعيشة الحضرية على القيم الاجتماعية لدى كل شخص تقريبا فى تلك البلاد • وأن المشكلة فى الهند والمناطق المتخلفة الأخرى فى أن عدد سـكانها هو ضخم فعلا بحيث ان غالبية النـاس ببساطة لن تتـأثر بالمستوى الحـالى للتقدم الاقتصادى الاجتماعى قبل أن تصبح أزمات الغذاء أشد قسوة • وهكذا نجد علماء الأحياء مثل بول ارليك فى كتابه « القنبلة السكانية » وكذلك وليام مع بول بادوك فى كتابهما « المجاعة عام ١٩٧٥ » يتبأون بأن معدل الوفيات سوف يزيد بشدة مرة أخرى فى خلال العشرة الأعوام القادمة بدون هبوط عاجل فى معـدل المواليد • وبينما يموت عشرات الملايين فان معدل المواليد وسط عامة الشعب المتبقين سوف ينقص بسبب سوء التغذية ونقص الرغبة فى انجاب أطفال لا يجدون قوتهم فى مجتمع يهلك جوعا • وكان ميخائيل سلاى قد اقترح فى مقال حديث له أن هذا سوف يسبب « تبديل الأوضاع السـكانية » الذى يؤدى الى أن الأوضاع النسبية لمعدل الوفيات ومعدل المواليد سـوف تتبدل على الأقل طوال فترة من الزمان • وسوف يكون لهـذا التبديل فى الأوضاع السكانية آثاره المبـاشرة المفجعة على الجمـاعات السكانية فى كثير من البـلاد المتخلفة ، ولكنه ربما يكون من اللازم حدوث مثـل هذه المأساة على

هذا المقياس الضخم لتهر الدنيا كى تتبنى بالكامل تحديد النسل وتجعل النمو السكانى صفرا •

ويبدو من غير المحتمل عند هذه النقطة أن النمو السكانى العالمى سوف يتناقص بواسطة نفس التغيرات فى القيم الاقتصادية والاجتماعية التى أدت الى ظهور فكرة الأسرة الصغيرة لتكون النمط المتبع فى أوربا • وبالمثل يبدو أنه سوف يجب البحث عن منوعات من مؤشرات مالتوس الثلاثة وهى الحروب والمجاعات والأوبئة •

ان الحروب بوصفها العامل الشامل فى تقييد عدد السكان سوف تستمر بدون دلالة ما لم تقع عنـــدنا حرب ذرية عالمية ، وربما نتعجب حينئذ من مجرد استمرار بقائنا أحياء كأحد أنواع الكائنـــات • وأن الضغوط الحيوية التى كان ينتج عنها نوع من التقييد لعدد السكان ، والتى تشمل المجاعات والأمراض الوبائية ســوف تستمر فى عملها دون شك ، وأنه كما ذكرنا آنفا يتنبأ بعضنا بوقوع المجــاعات الجسيمة فى المستقبل القريب • وأن الأمراض الوبائية التى تسببها طفرة جديدة من الفيروسات قد تظهر وتكتسح الدنيا أو أجزاء منها فى أى وقت ، وفى عام ١٩٦٩ وأوائل عام ١٩٧٠ تم اكتشاف نوع من الفيروسات متناهية الأذى يسبب ما أسموه حمى لاسا التى اجتاحت نيجيريا الشمالية وثبت أن الفيروس مميت لدرجة أن الباحثين الأمريكيين كان من المحتم عليهم التوقف عن الاشتغال عليه • ولحسن الحظ ضعف انتشاره فى نيجيريا تلقائيــا فى مارس عام ١٩٧٠ • وكان الدكتور هانز زنســار فى كتابه « الفئران والقمل والتاريخ » قد اقتفى أثر تاريخ الأمراض الوبائية مثل الجدرى والأنفلونزا والتيفوس ، وقدم الشواهد المعقولة التى تدل على أن عوامل الاصابة الفيروسية تتغير باســتمرار فى الســلوك وعلامات المرض • وفى الأعوام الأخيرة أصبحنا معتادين على ظهور فيروســات

جديدة للأنفلونزا تكتسح الدنيا ثم تحل محلها سلالات جديدة فى الشتاء التالى لظهورها * .

وانه حتى من مجرد هذا العرض المختصر يتضح أن اتباع بعض الوسائل الاختيارية لتحديد النسل أفضل بكثير من الوقوع تحت وطأة هذه الكوارث .

ولحسن الحظ فانه من السهل اليوم الوصول الى عدد من أساليب تقييد عدد السكان حيث يروج كثير منها تحت اسم « وسائل تنظيم الأسرة » مما يصلح استخدامه عند الزواج من أجل توقيت حدوث الحمل على فترات مناسبة . وسوف تنظر فى الصفحات التالية من الكتاب الى هذه المنتجات التى هى ثمرة الثورة العلمية الطبية وتثمن أفضالها النسبية التى تستحق معها الانتشار فى جميع أنحاء الدنيا مع تقييم نجاحها كوسائل لتقييد عدد السكان .

* أهابت وزارة الصحة المصرية بتاريخ ١٩٧٧/٧/١٠ بالمسافرين الى بعض دول العالم بالتطعيم ضد أوبئة تجتاحها على النحو التالى :

١ ــ **الكوليرا** : ليبيريا ــ غانا ــ نيجيريا ــ كينيا ــ مالاوى ــ توجو ــ انجولا ــ موزمبيق فى افريقيا . وكذلك الهند ــ بنجلاديش ــ اندونسيا ــ الفلبين ــ بورما ــ ماليزيا ــ نيبال ــ فيتنام ــ اليابان ــ سنغافورة فى آسيا .

٢ ــ **الحمى الصفراء** : انجولا ــ بتسوانا ــ بوروندى ــ الكونجو ــ الكاميرون ــ تشاد ــ جمهورية أفريقيا الوسطى ــ أثيوبيا ــ غينيا بيساو ــ غانا ــ غينيا الاستوائية ــ ساحل العاج ــ الجابون ــ كينيا ــ مالى ــ نيجيريا ــ النيجر ــ مالاوى ــ زامبيا ــ سيراليون ــ توجو ــ تانزانيا ــ فولتا العليا ــ أوغندا ــ زائير ــ بنين ــ ليبريا ــ السنغال ــ الصومال ــ روانذا ــ جنوب السودان وجميعها فى افريقيا .

٣ ــ **الجديرى** : الصومال ــ اثيوبيا فى افريقيا .

٤ ــ **الطاعون** : لسوتو ــ مدغشقر ــ زائير فى افريقيا وكذلك بورما ــ فيتنام فى آسيا وأيضا البرازيل ــ بوليفيا فى امريكا الجنوبية (المترجم)

منع الحمل وبرامج تنظيم الأسرة :

ان وسائل وأساليب منع الحمل مصممة لمنع الحمل بالطرق الميكانيكية أو الكيماوية أو الهورمونية أو الطبيعية • وتتفاوت جميعا من حيث التكلفة الاقتصادية والفاعلية فى تحقيق الهدف المنشود •

الوسائل الميكانيكية لمنع الحمل :

هى أدوات مبتكرة تمنع الحمل بواسطة سد الطريق على الحيوانات المنوية الداخلة الى الرحم أو الحيلولة دون غرس البويضة المخصبة فى جدار الرحم •

الواقى الذكرى :

هو غلاف مرن يمكن تركيبه باحكام حول قضيب الرجل فيمنع المنى من دخول المهبل فى أثناء القذف المنوى • ولا يلزم للحصول عليه أية مشورة طبية أو تذكرة الطبيب فهو يباع على نطاق واسع ويوزع فى القوات المسلحة الأمريكية كوسيلة لمنع الاصابة بالأمراض التناسلية السرية • وهو رخيص الثمن نسبيا فى الولايات المتحدة ، ولكن لا زال يعتبر مكلفا مما يحول دون تعميم توزيعه فى معظم البلاد المتخلفة • وتوجد للواقى الذكرى عيوب من الناحية النفسية وناحية الذوق الجمالى عند استعماله ، وبالرغم من ذلك ففى أواخر الستينيات كان يقدر أن ٢٥٪ من جميع الأزواج فى الولايات المتحدة يستعملون هذه الوسيلة لمنع الحمل •

الحاجز الواقى :

هو كأس من المطاط له حافة زنبركية من الصلب ويمكن ادخاله فى المهبل قبل الجماع ليغطى مدخل عنق الرحم • وحواف الحاجز مغطاة بعامل يمنع الحيوانات المنوية من الانزلاق من تحت الحواف • وهو ينزع بعد الجماع بعدة ساعات وهو متاح بمقتضى تذكرة الطبيب

فى الولايات المتحدة حيث يجب تركيبه بمعـرفة الطبيب الذى يتقاضى أتعابه خمسة عشر دولارا ويبلغ ثمن الحاجز نفسه دولارين • وتعتبر التكلفة والنظام الروتينى الصعب نسـبيا فى تركيبه ونزعه دوريا أمرا يحول دون تعميم استخدامه كوسيلة جماهيرية لمنع الحمـل بين جملة الناس فى البلاد المتخلفة •

غطاء عنق الرحم او العجلة :

يشبه الحاجز الواقى وربما تلبسه المرأة طوال ثلاثة أسابيع فى المرة الواحدة حيث يلزم نزعه فقط قرب موعد حلول العـادة الشهرية وفى أثنائها • وهو فعال للغاية والعيب الرئيسى له هو فى ضرورة تثبيته فى وضعه الصحيح •

اللولب :

هو جسم من البلاستيك أو المعدن يتم ادخاله فى تجويف الرحم حيث يترك هناك لمنع الحمل طوال المدة المرغوب فيها • وتصمم اللوالب فى أشكال مختلفة • وربما يكون عمل اللولب هو فى زحزحة البويضة المخصبة أو منعهـا من أن تنغرس فى جدار الرحم • ويقال كذلك ان وجود الجسم الغريب داخل الرحم يسرع الحركة العضلية لقناتى فالوب فيزيد من سرعة دفع البويضة التى سـقطت داخل القناة من المبيض الى الرحم مانعا اياها من فرصة الاخصاب فى الطريق • ويعتبر معدل فشل اللولب من أقل الوسائل فشلا على الاطلاق ، حيث أن امرأة واحدة أو اثنتين فقط من كل مائة امرأة تحمـل مع اسـتعمال اللولب • أما عن تكلفته فهى قليلة •

الوسائل الكيماوية لمنع الحمل :

تشمل الوسائل الكيماوية الرشاشات والرغاوى والأقراص واللبوس والجلاتين والمراهم وهى جميعا مصممة لقتل أو شل حركة الحيوانات المنوية قبل أن يحدث الحمل • وهى تولج داخل المهبل قبل الجماع وهى فعالة بنحو ٦٠٪ فى كل مرة ومن ثم لا يعتمد عليها فى تقييد عدد السكان •

الوسائل الهورمونية لمنع الحمل :

هى أشد الوسائل فعالية فى الاستعمال الحاضر • وهى عبارة عن حبوب للأنثى أو حقن تمنع التبويض باصطناع الظروف التى يكون عليها جسم الأنثى خلال الحمل المبكر •

ان هورمونات الأنثى من مركبات ستيرويد المسماة استروجين وكذلك بروجستين وهى مستحضرات كيماوية مماثلة للهورمون الطبيعى المسمى بروجستيرون الذى تنتجه المبايض توصف لابتلاعها دون انقطاع على التوالى مدة ثلاثة أسابيع من أيام دورة الطمث ، أى العادة الشهرية التى تحدث كل ٢٨ يوما •

وتعتبر الحبوب وسيلة بسيطة غير مكلفة وفعالة حقا مائة فى المائة • وكل ما يلزمها هو الدافع نحو تذكر تعاطيها مرة كل يوم وأنه من بين كل أربع أو خمس سيدات تتعاطين الحبوب تظهر على واحدة منهن أعراض جانبية غير مرغوبة •

وبالمثل فان حبوب ستيرويد الخاصة بهورمونات الذكر لا تزال غير باعثة على الرضا بسبب أعراضها الجانبية غير المرغوبة •

الوسائل الطبيعية لمنع الحمل :

فترة الأمان الدورية : وتعنى الابتعاد الدورى عن الجمـاع وهى الطريقة الوحيـدة لمنع الحمل التى وافقت عليها الكنيسة الكاثوليكية الرومانية . وتعتمد هذه الطريقـة على توقيت التبويض وهو انطلاق البويضة الناضجة من المبيض وسقوطها فى فتحـة البوق داخل قنـاة فالوب ، حيث يمكنها أن تخصب هناك ويحدث عادة انطلاق البويضة مرة كل ستة عشر يوما قبل حلول العادة الشهرية ونزول دم الحيض ، ويمكن للمرأة أن تبتعد عن المعاشرة الجنسية خلال الفترة التى تبدأ قبل التبويض بعدة أيام حتى تنتهى بعد التبويض بما لا يقل عن يوم واحد فتتجنب المرأة اخصـاب البويضـة . ولكن لسـوء الحظ فان توقيت التبويض يتفاوت بين النساء وحتى من شهر لآخر فى نفس المرأة . وفى الحقيقة فان واحدة من كل ست نساء تكون لها دورة شهرية غير منتظمة مما يجعل هذه الطريقة غير صالحة لها بتاتا . وقد سـاءت سمعة طريقة فترة الأمان بسبب ارتفاع معدل فشلها لعدم الانتظام فى الدورة وأيضا بسبب ما يحدث أحيانا من الخطأ فى حساب هذه الفترة .

وهناك وسائل طبيعية أخرى لمنع الحمل تشمل الجماع الناقص ، أى بالقذف خارج المهبل وتشمل اسـتعمال الغسـيل المهبلى أو الدش وتشمل البعد عن الجماع .

وتروج معظم الوسائل لمنع الحمل على فرض أن تنظيم الأسرة كان هدفا ينبغى الوصول اليه . وذلك يعنى أن استعمال واحد أو أكثر من هذه الاجراءات يتيح للزوجين اتخاذ القرار اللازم بتحديد عدد الأطفال المطلوب انجابهم بدلا من الاعتماد فى ذلك على الظـروف وحـدها . وأنه بالرغم من الفـاعلية الكبيرة للوسـائل الميكانيـكية والكيماوية والهورمونية فان استخدامها جميعا قد أثبت نجاحا فقط فى خفض النمو

السكانى ، وليس فى تقييد عدد السكان • وتكون بذلك المشكلة الأساسية هى فى الوصول الى تحريك الدافع العالمى للاكتفاء بتكوين الأسرات الصغيرة التى لا يزيد فيها عدد أطفال الأسرة الواحدة عن طفلين على الأكثر • وليس هناك شك فى أن الوسائل الفعالة لمنع الحمل متاحة فعلا لوقف النمو السكانى تماما •

الاجهاض :

اذا فشلت وسائل منع الحمل وأصبحت المرأة حاملا فان الوسيلة المتبعة والأكثر انتشارا فى الدنيا لمنع ولادة طفل غير مرغوب فيه هى الاجهاض ، سواء عن طريق الحث أو بالمعالجة الطبية ويقصد بالاجهاض طرد الجنين من تجويف الرحم •

وأنه حتى بلوغ الجنين من العمر نحو اثنى عشر أسبوعا يمكن اجراء الاجهاض دون احتمال كبير لالحاق الأذى بالأم • ومهما كان فانه بعد مضى نحو ستة عشر أسبوعا تزداد مخاطر موت الأم بفعل النزيف الدموى •

وان أسلوب الاجهاض المعتمد طبيا هو اجراء عملية توسيع عنق الرحم مع كحت أو كشط جدار الرحم • ويمكن للطبيب الذى يجرى العملية تحت ظروف التعقيم الواجب أن يؤدى التوسيع والكحت للتخلص من الجنين فى عمره المبكر بخطورة أقل مما لو غامر باسقاط الأم الحامل فى شهور اكتمال نمو الجنين • وهناك صور بدائية للاجهاض تجرى ممارستها فى كل بلاد الدنيا ، بحيث يمثل الاجهاض أكبر عامل وحيد لزيادة معدل الوفيات بين النساء الحوامل • وفى الحقيقة فقد كان أحد أسباب تحريم الاجهاض فى القرن التاسع عشر هو حماية الأم من أخطاره فى ظل الظروف الطبية البدائية اذ ذاك •

وفي الأعوام الأخيرة أخذ يتزايد الاتجاه العالمي نحو اباحة عمليات الاجهاض على أساس من المنطق القائل بأن اتخاذ قرار انجاب الطفل يجب أن يترك للفرد وليس للمجتمع • ويقول المعارضون لهذا الافتراض المنطقي ان الكيان الذاتي الثالث بعد الأم والمجتمع وهو الطفل الذي لم يولد بعد يلزم حمايته بقوانين المجتمع من الاقدام على اتخاذ قرار الاجهاض من جانب واحد وهو جانب الأم • وبينما يختلف المحامون والجماعات الدينية حول تعريف نقطة عمر التكوين الذي يصبح عندها الجنين بشرا وله روح ، نجد أن المعارضين للاجهاض يشعرون أن في ذلك انكار لحق الطفل في أن يولد • ان للوالدين أن يتخذا قرار الحمل من عدمه ولكن بمجرد أن يحدث الحمل فانه ينبغي عدم الاجحاف بحق الطفل في أن يعيش •

ومن الواضح أن الحل الأمثل هو في اتباع احدى وسائل منع الحمل الفعالة التي تغني عن الضرورة المفترضة للاجهاض •

التعقيم :

يعتبر تعقيم الرجل أو المرأة فعالا بنسبة مائة في المائة بوصفه وسيلة لتحديد النسل وليست له تأثيرات جانبية على الحياة الجنسية أو على وظائف الأعضاء العادية •

ومن الطبيعي أن تتم معظم عمليات التعقيم عند الأزواج الذين استكملوا العدد اللازم لعائلاتهم من الأبناء ويرغبون في تجنب تعقيدات وسائل منع الحمل الأخرى • وتتضمن العملية عند الذكر ربط أو قطع قناتي الحبل المنوي الواصلتين من الخصيتين الى قناة مجرى البول في القضيب ، وهكذا لن يحتوي القذف على خلايا منوية • وأن هذه العملية الجراحية لربط الحبلين المنويين من خلال شق كيس صفن

الخصيتين لا تستغرق أكثر من خمس عشرة دقيقة ويمكن عملها بدون تكلفة كبيرة وتتم بالتخدير الموضعى فى عيادة الطبيب الممارس أو فى أى وحدة صحية ميدانية .

وهناك عملية جراحية مشـابهة لعملية الرجل تسـمى عملية ربط قناتى فالوب ، تستطيع المرأة أن تجريها بسهولة . ومهما كان فهى عملية تتطلب جراحة خاصة لفتح البطن تحت تأثير المخدر ما لم يكن اجـراء هذه العملية الخاصة بربط قنـاتى فالوب فى الوقت الذى يسهل فيـه تناول القناتين عقب الولادة مباشرة . وسواء فى حالة الذكر العقيم أو الأنثى العقيمة فانه يستمر انتاج الحيوانات المنوية والبويضات بانتظام ، ولكنها أخيرا تتفكك ويمتصها الجسم فى الدم مرة أخرى أو تلتقطهـا كرات الدم البيضاء المتخصصة .

وهناك الفرصة بنسبة لا تقل عن ٥٠٪ لفك هذا الربط سواء كان ربط حبال منوية أو ربط قنوات فالوب ليعود كل شىء طبيعيا .

وتوجد عمليات تعقيم أشد قسوة وتشمل تطويش الخصيتين أى ازالتهما من عند الرجل ، واستئصال المبايض أى ازالتهما من عند المرأة .

وينتج عن هذه العمليات أثر ضار بالتوازن الهورمونى فى الجسم نظرا لأن الأعضاء التناسـلية هى غدد داخلية الافـراز ، حيث تفـرز الهورمانية التى تتحكم فى الخصائص الجنسية الثانوية للفرد ، وبدون هذه الهورمونات ربما يتعرض الجسم لتغييرات خطيرة .

ويلزم التنويه بأن عملتى ربط الحبال المنوية أو ربط قنوات فالوب هما طبعا لمنع الاخصاب فقط وليس لمنع انتـاج الهرمونات ولا تقلبان الأنشطة المعتادة الأخرى التى يقوم بها الجسم .

وبرهن تعقيم الذكور على أنه جانب نافع فى برامج تقييد عدد السكان فى أجزاء من الهنـد وغيرها من البلاد الأخرى . ولكن الحضـارات الغربية لا تزال غير مستعدة لتقبل هذه الوسيلة البسيطة لمنع الحمل .

ويرجـع ذلك بصفة عامة الى الجهل بطبيعة المعرفة للعملية التى تجرى للذكور والى المخاوف من قضائها على الحياة الجنسية للرجل . ومن الواضح أن هذه المخاوف ليس لها أى أساس من الصحة بتاتا .

ويتضح أن عملية ربط الحبـال المنوية أنها وسيلة بسيطة لتقييد عدد السكان وفعالة . ويمكن أن تشيع وسط الرجال المتزوجين الذين لديهم طفل أو طفلان ولا يرغبون فى أن تصبح لهم عائلة أكبر من ذلك

آمال للمستقبل :

ان وطأة النمو السكانى البشرى فى الوقت الحاضر على التجمعات الطبيعية وعلى الوجود المستمر لأنواع الكائنات الأخرى وعلى السلوك الحيوى والنفسى للانسـان يجعلها جميعا تصرخ بأعلى صوت للتحذير من أخطار التزايد السكانى المستمر .

وقد أعلنت مقترحات خيالية عن اطعام وايواء البلايين الاضافية من البشر التى ستنضم حالا الى محصولنا الراهن من الآدميين .

وتتضمن هذه المقترحات اسـتخدام التكافل الصناعى بين بكتريا تثبيت نتروجين الهواء الجوى وبين النباتات غير البقولية من أجل مزيد من الاستفادة المباشرة من الخزان الشاسع لجزيئات النتروجين فى الغلاف الجوى . وتتضمن أيضا زيادة انتاج الطعام من البحار أو ربما التركيب الصناعى للأغذية البروتينية من زريعـات الطحالب على نطاق واسـع وبكميات ضخمة . وقيل اقتراح عن هجـرة البشر الى الكواكب عن

طريق سفن الفضاء من أجل تخفيف مستقبل الازدحام على الأرض .
وبالرغم عن ذلك فان التحليل الموضوعى لكافة هذه الأفكار يدل على أنها ليست الا حلولا وقتية لا تستطيع أن تتناول أكثر من جزء ضئيل من زيادات السكان المقرر حدوثها فى المستقبل .

ان الحل الأخير والنهائى للكارثة التى نواجهها بين الانسان وبيئته الأرضية هو وبكل وضوح أن يكون النمو السكانى صفرا أى لا ينبغى حدوث أية زيادة عن العدد الحالى من السكان . وللانسان حرية الاختيار فى أن يتوصل الى اتفاق حول قبول هذا الهدف وهو أن يكون النمو صفرا وأن يضمن قبوله وضع تخطيط طويل المدى للوصول الى هذا الهدف أو أن يستمر على ما هو عليه مع مغبة العواقب التى عرفناها كلها الآن .

الخلاصة :

حدث النمو السكانى لأول مرة بفعل ثورة حضارية منذ ستمائة ألف عام قبل الميلاد ، ثم الثورة الزراعية منذ ستة آلاف عام قبل الميلاد ، وأخيرا الثورة العلمية الصناعية التى بدأت منذ حوالى عام ١٦٥٠ ميلادية . وأحدثت الثورة الصناعية انفجارا سكانيا تبعا لما خلقته من فجوة كبيرة الحجم بين معدلات مواليدنا وبين معدلات الوفيات فى جميع أنحاء الدنيا .

وكان النمو السكانى فى المجتمعات البدائية القائمة على الصيد والجمع قد توقف أو قل بفعل المجاعات والأوبئة والحروب ، وبفعل كثير من النماذج السلوكية الحضارية مثل وأد الأطفال والاجهاض . وفى المجتمعات الحديثة أدت التقدمات الطبية والصحة الاجتماعية الى تخفيض معدل الوفيات فى حين ظل معدل المواليد مرتفعا عموما .

بالنسبة للمستوى العالمى فقد كان فى يناير عام ١٩٧١ معدل المواليد السنوى هو ٣٤ لكل ألف ومعدل الوفيات ١٤ لكل ألف سما يعطينا معدلا سنويا للزيادة بمقدار ٢٪ سوف يؤدى الى مضاعفة عدد سكان الدنيا مرة كل ٣٥ عاما .

ومن المشكوك فيه أن يكون التحول السكانى الذى أنقص معدلات النمو فى الدول الأوربية سوف يجرى فى البلاد المتخلفة حاليا وهى ذات أعداد سكانية ضخمة . وبدلا من ذلك فانه ربما يظهر تبديل الأوضاع السكانية فى هذه البلاد بسبب احتمالات حدوث الوفيات بأعداد ضخمة وعلى نطاق واسع .

ومن الممكن أن يحدث تقييد حقيقى لعدد السكان اذا ما أصبح لدى سكان الدنيا الدافع للاكتفاء بالأسرة الصغيرة التى لا يزيد عدد أطفالها فى المتوسط عن طفلين .

وان الوسائل الفنية لتحقيق الهدف المطلوب اختياريا بأن يكون النمو السكانى صفرا هى متاحة للراغبين فى صورة وسائل منع الحمل وأساليب الاجهاض والتعقيم .

الباب العاشر

معجم المصطلحات

تختص تعاريف المصطلحات في هذا المعجم نوعيا باستعمال مفردات هده المصطلحات فى علم البيئة والحياة السكانية بالذات • ومن ثم فان بعض المصطلحات التي لها معانى أخرى خارج هذين المجالين ستكون مقيدة التعريف بما يتناوله موضـوعنا • وفيما يلى بيـان المصطلحات وعددها مائة وثلاثة مرتبة أبجديا على حسب ألف باء اللغة الأنجليزية التى كتب بها المصطلح فى الأصل •

١ ـ الاجهاض : Abortion :

طرد الجنين من تجويف الرحم قبل مولده الطبيعى •

٢ ـ التوزيع العمرى : Age Distribution :

نسبة عدد السكان فى كل مرحلة من العمر •

٣ ـ المحاكاة العدوانية : Aggressive Mimicry :

موقف يقلد فيه أحد الأنواع نوعا آخر أو جسما فى بيئته حتى يجذب أو يخدع نوع الفريسة بغرض التهامها •

٤ ـ اختلاف الموطن : Allopatric :

التواجد فى مناطق مختلفة •

٥ ـ شجرية : Arboreal :

تعيش فى الأشجار •

٦ ـ بيئة الفرد : Autecology :

دراسة بيئة كائن حى فرد من أحد الأنواع •

٧ ـ المحاكاة لتقليل الخطر　Batesian Mimicry :

موقف للمحاكاة يقوم فيه أحد الأنواع غير الضارة بالتشبه أي هو المقـلد لنوع آخر ضـار هو النموذج فيكتسب بذلك الوقاية من الافتراس •

٨ ـ دورة حيوية جيوكيماوية :　Biogeochemical Cycle :

سلسلة دورية من التحولات فى أحد العنـاصر الكيماوية من خلال تفـاعل الكائنات الموجودة فى تجمع حيوى مع البيئة الطبيعية الموجودة فيها هذه الكائنات •

٩ ـ التقييد الحيوى :　Biological Control :

كبت واخماد تكاثر الكائن باسـتخدام خصائص سلوكية أو كائنات أخرى فضلا عن الوسائل الكيماوية •

١٠ ـ الكتلة الحيوية :　Biomass :

وزن جميع الكائنات الحية داخل العينة •

١١ ـ اقليم حياتى :　Biome :

طراز رئيسى من التجمعات المناخية يغطى منطقة شـاسعة من قارة أو من الأرض •

١٢ ـ غلاف حيوى :　Biosphere :

جميع الكائنات الحية على الأرض •

١٣ ـ بيان حيوى :　Biota :

البيان النباتى والبيان الحيوانى لاحدى المناطق •

١٤ ــ حيوى : Biotic :

يتعلق بالحياة وعلم الأحياء •

١٥ ــ جهد حيوى كامن : Biotic Potential :

أقصى معــدل نمو ممكن للأشــياء الحية تحت الظروف النموذجية •

١٦ ــ خط واجهة الردم : Bulkhead Line :

الحد المرخص به قانونا لينتهى عنده ردم جــزء من خليج لاستغلال المساحة المردومة تجاريا •

١٧ ــ السعة الجارية : Carrying Capacity :

أقصى حجم سكانى يمكن أن تتحمله البيئة دون أن تفسده •

١٨ ــ آكل اللحم أى الضارى أو الجارح : Carnivore

حيوان يتغذى على غيره من الحيوانات •

١٩ ــ اقليم الأشجار البلوطية دائمة الخضرة : Chaparral

اقليم حياة يتألف من أدغال كثيفة من شجيرات ذات أوراق جامدة ويوجد فى المنــاطق التى لهــا مناخ البحر الأبيض المتوسط •

٢٠ ــ ازاحة سلوكية : Character Displacement :

حدوث اختــلافات فى الشكل الخــارجى أو الخصائص تؤدى الى تقليل المنافسة على موارد الطعام وذلك نتيجة لطول التنافس بين نوعين من الكائنات موجودين فى نفس المنطقة •

٢١ ــ ازالة بقطع الأشجار : Clear-cutting :

تقطيع كافة الأشجار في منطقة من الغابات .

٢٢ ــ تجمع الذروة المناخية Clima Community :

المرحلة النهائية للتعاقب البيئى فى منطقة ما .

٢٣ ــ مؤاكلة : Commensalism :

علاقة تكافلية وفيها ينتفع أحد الأنواع أما الآخر فلا ينتفع ولا يضار .

٢٤ ــ تجمع سكانى : Community :

جميع الكائنات من كافة الأنواع التى تعيش فى منطقة معينة .

٢٥ ــ تنافس : Competition

صراع بين الأفراد الذين ينتمون لنفس النوع أو لأنواع مختلفة على الطعام والمكان والتزاوج أو على أى مورد آخر محدد .

٢٦ ــ طرد تنافسى : Competitive Exclusion :

يحدث نتيجة للتنافس حيث يرغم أحد الأنواع على التخلى عن جانب من الموطن المتاح تحت ضغط نوع أكثر كفاءة .

٢٧ ــ وسيلة منع الحمل : Contraception :

إجراء لمنع الحمل الذى هو اتحاد ناجح بين الحيوان المنوى وخلية البويضة .

٢٨ ــ تلون مستتر : Cryptic Coloration :

تلون يجعل الكائن يشبه شيئا جمادا غير حى أو بلون الخلفية التى من حوله ٠

٢٩ ــ كائنات الانحلال : Decomposers :

كائنات حية مثل خنافس الرمم الميتة وكذلك فطريات وهى تتغذى على المادة العضوية الميتة بعد تفكيكها ٠

٣٠ ــ تحول سكانى : Demographic Transition :

انحطاط فى معدل المواليد يلى هبوط حاد فى معدل الوفيات كما فى حالة سكان أوربا الغربية من عام ١٦٥٠ حتى عام ١٨٥٠ ٠

٣١ ــ تبديل الأوضاع السكانية :
Demographic Transposition :

انقلاب متوقع فى الأوضاع النسبية الحاضرة لمعدلات المواليد والوفيات فى غالبية البلاد المتخلفة حوالى الفترة من عام ١٩٧٥ حتى عام ١٩٨٥ أو أى اتجاه سكانى مماثل حين يصل النمو السكانى الذى تمارسه بلد ما الى نقطة عدم استطاعة امداد نسبة كبيرة من سكانها بحاجيات الحد الضرورى للبقاء ٠

٣٢ ــ الكثافة السكانية : Density :

حجم الجماعة السكانية داخل وحدة مكانية معينة ٠

٣٣ ــ صحراء : Desert :

اقليم حياة قاحل جاف يتصف بندرة الرطوبة المائية وارتفاع درجات الحــرارة نهــارا مع قلة تنوع الحيــاة النبــاتية والحيوانية •

٣٤ ــ انتشــار : Dispersal :

الامتداد والتحرك بعيدا عن نقطة ما •

٣٥ ــ تفــرق : Dispersion :

أنموذج التوزيع الداخلى للأفراد داخل جماعة سكانية •

٣٦ ــ أطوار منتشرة : Disseminules :

بذور أو جرثومــات أو بويضات أو غير ذلك من أطوار غير بالغة من النباتات أوالحيوانات يمكن أن تنشر التكاثر •

٣٧ ــ تســيد : Dominance :

حالة امتلاك النفوذ الرئيسى على التركيب العددى أو على ديناميكيات الطاقة الداخلية فى أحد التجمعات •

٣٨ ــ نوع متسيد : Dominant Species :

نوع النبات أو الحيوان الذى يتميز بالوفرة أو السيطرة على قسم رئيسى من تدفق الطاقة داخل أحد التجمعات •

٣٩ ــ كفاءة بيئية : Ecological Efficiency :

نسبة مئوية من الطاقة المتاحة ينتفع بها أحد المســتويات الغذائية مستمدا اياها من المستوى الغذائى التالى له •

٤٠ ـ هرم بيئى : Ecological Pyramid :

رسم بيانى على شكل مثلث يوضح توالى تناقص الأعداد أو الكتلة الحيوية أو الطاقة المتاحة كلما ارتفعت المستويات الغذائية .

٤١ ـ علم البيئة : Ecology :

دراسة العلاقات المتداخلة بين الكائنات وبيئاتها الخارجية .

٤٢ ـ نمط بيئى : Ecosystem :

تجمع حيوى مع بيئة طبيعية فى احدى المناطق .

٤٣ ـ نزوح عن الوطن : Emigration :

مغادرة مكان للاستقرار فى منطقة أخرى .

٤٤ ـ الوسط الخارجى المحيط : Environment

الخصائص الطبيعية والحيوية لمنطقة معينة .

٤٥ ـ مقاومة بيئية : Environmental Resistance :

كافة عوامل التحديد أو التقييد فى البيئة الواقعة على جماعة سكانية .

٤٦ ـ نباتات فوقية : Epiphylls :

نباتات دقيقة الحجم مثل الطحالب والأشن التى تنمو فوق أسطح أوراق النباتات الأضخم منها فى مناطق الغابات الممطرة الحارة .

٤٧ ــ نباتات متسلقة : Epiphyte :

نبات غير طفيلي ينمو فوق غيره من النباتات لتكون دعامة طبيعية له وهو يستمد ما يلزم له من رطوبة بصفة أساسية من الجو • وتشـمل هذه النبـاتات المتسلقة أنواعا تبدو كالأشـجار من الأوركيـد وكثـير من الطحلبيـات والسرخسيات •

٤٨ ــ التربية فى أحواض مائية : Eutrophication :

تشجيع نمو النبـات فى نمط بيئى مائى عن طريق اضافة الكميات المشبعة له من مواد التغذية • ويحدث حين تمتص النباتات ما فى هذا الوسط المائى من أكسجين متـاح أن الأسماك الموجودة ربما تموت •

٤٩ ــ تطور : Evolution :

تغير يحدث فى بعض جينات الوراثة داخـل خلايا الجسم مما يؤدى الى تغير منظور فى خصائص أفراد النوع •

٥٠ ــ انقـراض : Extinction :

ناتج من نواتج التنافس والانجاب الطبيعى يؤدى الى فناء النوع أو الجماعة السكانية بالكامل •

٥١ ــ سلسلة غذائية : Food Chain :

تحول طاقة الطعام ابتداء من النباتات الخضراء التى تأتيها الطاقة من الشمس ويتم التحول خلال سلسلة من الأنواع •

٥٢ ــ نسيج غذائى : Food Web :

نماذج مغلقة من سلسلات غذائية فى تجمع حيوى ما .

٥٣ ــ قاعدة جوس : Gause's Principle :

لا يمكن لنوعين من الكائنات أن يشغلا نفس المأوى فى آن واحد .

٥٤ ــ مراعى : Grassland :

سهول عشبية بدون أشجار توجد فى الأجزاء الوسطى المعتدلة من أمريكا الشمالية وآسيا الأوربية وأستراليا .

٥٥ ــ المنحنى البيانى للنمو : Growth Form or Curve

يمثل كيفية وسرعة التزايد السكانى .

٥٦ ــ موطن المأوى : Habitat :

المكان الطبيعى الذى يعيش فيه أحد الكائنات .

٥٧ ــ آكلات العشب : Herbivores :

الحيوانات التى تتغذى على النباتات :

٥٨ ــ حدود الموطن : Home Range :

منطقة طبيعية يمارس فيها الفرد نشاطه المعتاد .

٥٩ ــ عائل : Host :

كائن يتغذى عليه كائن آخر .

٦٠ ــ هجرة : Immigration :

تحـــرك فى اتجـــاه واحد نحو منطقـــة جديدة مجـــاورة للمعيشة فيها .

٦١ ــ قتل الأطفال : Infanticide :

قتل طفل بشرى بعد مولده .

٦٢ ــ قشرة طوب طفلى : Laterite :

قشرة من التربة الأرضـــية صلبة وعديمة النفاذية ويميـــل لونها للاحمرار وتتكون فى مناطق الغابات المطرة الحارة فى أعقاب ازالة أشجارها وبفعـــل انكشاف ســـطح التربة للشـــمس ووجود تصافى الميـــاه فى الأرض بما فيهـــا من أملاح مذابة .

٦٣ ــ تصافى المياه والأملاح المذابة : Leaching

اذابة الأملاح والمركبات المعدنية بفعل المياه المصفاة خلال التربة وخاصة فى مناطق سقوط الأمطار الغزيرة .

٦٤ ــ المهاجرة أو الارتحال : Migration :

رحيل دورى للأفراد ثم عودتهم الى ومن منطقة جماعتهم السكنية .

٦٥ ــ علم الشكل الخارجى للكائنات : Morphology

الشكل والتركيب فى الحيوانات والنباتات .

٦٦ ــ احصائية الوفيات : Mortality :

معدل الوفيات أو موت الأفراد .

٦٧ ــ محاكاة التلون المنفر : Mullerian Mimicry :

موقف تكون فيه جميع أنواع الفرائس الكامنة تحاكى نوعا غير مستساغ أو ضار وتتقاسم جميعها لونه المنفر وسلوكه فتحجم عنها المفترسات .

٦٨ ــ تبادلية : Mutualism :

علاقة تكافل بتبادل المنفعة حيث ينتفع كل من النوعين بالعلاقة القائمة بينهما .

٦٩ ــ احصائية المواليد : Natality :

معدل المواليد .

٧٠ ــ معيشة المأوى أو الموطن المأهول : Niche

شغل نوع واحد من النبات أو الحيوان للمكان وأسلوب معيشته فيه بوصفه تجمعا سكانيا .

٧١ ــ بكتريا تثبيت النتروجين الجوى :
Nitrogen-fixing Bacteria :

بكتريا لها القدرة على تحويل غاز النتروجين غير العضوى الى صور وعلى الأخص النترات ليستفيد منها النبات فى الحال .

٧٢ ــ تذبذبات سكانية : Oscillations :

تقلبات دورية فى حجم الجماعة السكانية .

٧٣ ــ طفيـل : Parasite :

كائن حى يتغـذى عموما على كائن آخر هو العـائل له بدون أن يقتله .

٧٤ ــ طفيلية : Parasitism :

علاقة تكافل وفيها يحيق الضرر بأحد الأنواع وهو العائل بدون أن يقتل فى الحـال بينما ينتفع النوع الآخر الذى يتغذى عليه وهو الطفيل .

٧٥ ــ نشاط دورى : Periodism :

تتابع النشاط كل فترة زمنية معينة .

٧٦ ــ مبيد للآفات : Pesticide :

مادة كيماوية تستخدم فى قتل الأنواع التى تعتبر آفات .

٧٧ ــ تلوث : Pollution :

مقدمة حدوث تغير ليس مرغوبا فيه داخـل بعض جوانب البيئة .

٧٨ ــ جماعة سكانية : Population :

جمـلة الكائنـات التى من نفس النوع وتعيش فى نفس المنطقة الواحدة .

٧٩ ــ ناتج ابتدائى : Primary Production

طاقة متراكمة ومخــزنة فى النبــاتات عن طريق التمثيــل الضوئى الكلوروفيلى .

٨٠ ــ مفترس : Predator :

كائن يقتل ويأكل كائنا آخر .

٨١ ــ منتجون : Producers :

كائنات تحول الطاقة الضوئية من الشمس الى طاقة ربط كيماوى .

٨٢ ــ انتاجية : Productivity :

انتاج المادة العضوية لكل وحدة مساحة فى التجمع السكانى الواحد خلال فترة زمنية معينة وهى عادة سنة كاملة .

٨٣ ــ رميــات : Saprophyte :

نبات مثل الفطريات أو عيش الغراب يتغذى على المادة الميتة والمتآكلة المتحللة .

٨٤ ــ اقليم السافانا : Savanna :

اقليم أعشاب حارة تتناثر فيه الأشجار .

٨٥ ــ نسق متتابع : Sere :

التسلسل المركب للتغييرات الحادثة فى منطقة ما ابتداء من الحالة الأولية التى تجمع الذروة المناخية .

٨٦ ــ معيشة التبعية الاجتماعية : Social Hierarchy

سلسلة من العــلاقات المختصة بالســيطرة والتبعية داخل المجموعة ويقال لهذه المعيشة الخضوع لقوة المنقار •

٨٧ ــ غلة حاضرة : Standing Crop :

عدد الأفراد أو جملة الكتلة الحيــوية الحاضرة فى أحد التجمعات السكانية عند وقت معين •

٨٨ ــ ترتيب طبقى : Stratification :

تجمعات مائية أو نباتية تعيش فى طبقات رأسية :

٨٩ ــ قاعدة ارتكاز : Substrate :

مادة أو قاعدة ينمو فيها أحد التجمعات السكانية :

٩٠ ــ تعــاقب : Succession :

احلال أحد التجمعات محل تجمع آخر •

٩١ ــ احصائية الباقين أحياء Survivorship :

نسبة الأفراد الباقين أحياء بعد الولادة فى جماعة سكانية خلال أزمنة متعددة •

٩٢ ــ التكافل : Symbiosis :

معيشة نوعين من الكائنات معا فى ترابط وألفة .

٩٣ ــ تواجد مشترك : Sympatric :

الوجود فى نفس المنطقة .

٩٤ ــ اقليم الغابات المخروطية : Taiga

اقليم حياتى للغابات المخروطية جنوب الدائرة القطبية الشمالية .

٩٥ ــ اقليم الغابات النفضية المعتدلة :
Temperate Deciduous Forest :

اقليم حياتى للغابات ذات الأشجار عريضة الأوراق شمال وجنوب المنطقة الاستوائية الحارة .

٩٦ ــ معيشة المستعمرات : Territoriality :

سلوك حماية المساحة الخاصة بالأنشطة المعتادة ضد عدوان الأفراد الآخرين .

٩٧ ــ مستوى غذائى : Trophic Level :

مستوى الحصول على الطعام . ويقال للكائنات التى تقتسم نفس المصدر العام للتغذية أنها على نفس المستوى الغذائى .

٩٨ ــ اقليم الغابات النفضية الحارة :
Tropical Deciduous Forest :

اقليم حياة حار تنمو فيه الغابات ذات الأشجار عريضة الأوراق والتى تفقد أوراقها خلال الفصل السنوى الجاف.

٩٩ ـ اقليم الغابات الممطرة الحارة : Tropical Rain Forest

أكثر أقاليم الأرض الحياتية تعقيدا حيث يتميز بتنوع كبير فى الأنواع وسقوط الأمطار الغزيرة طول العام والاحتفاظ بدرجات حرارة دافئة • وتظل الغابة ذات الأوراق العريضة دائمة الخضرة على مدار السنة •

١٠٠ ـ اقليم التندورا : Tundra :

اقليم حياة للسهول عديمة الأشجار فى شمال الدائرة القطبية ويتميز بارتفاع قمم الجبال الشامخة •

١٠١ ـ تعكر المياه : Turbidity :

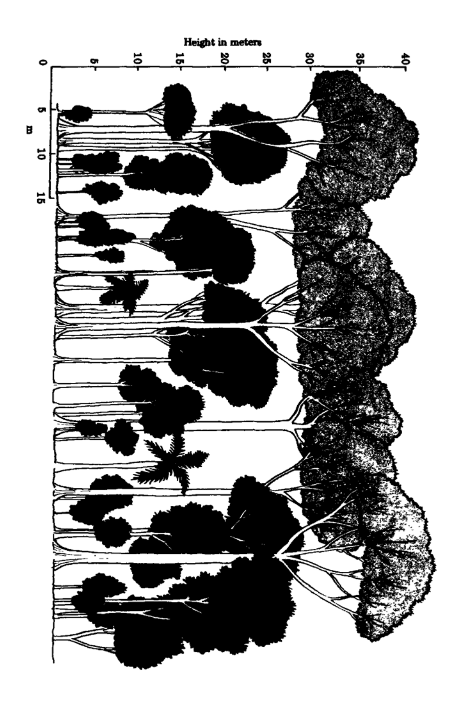
تغير يصيب شفافية الميــاه نتيجة وجود رواسب عالقة أو كائنات حية صغيرة مثل الطحالب •

١٠٢ ـ التجوال : Vagility :

مقدرة غريزية لدى النوع على الحركة •

١٠٣ ـ تلون منذر : Warning Coloration

اكتساب الألوان البراقة التى تعلن عن الخصائص الضارة الكامنة لدى نوع من الفرائس كأن تكون غير سائغة الطعم أو سامة أو حريفة المذاق •

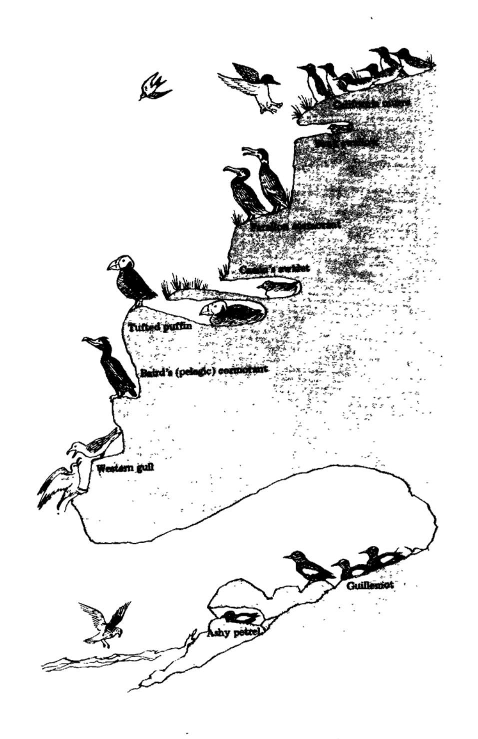


شكل (١) بيان الترتيب الطبقى

يتضح التمثيل البيانى لقطاع راسى يدل على الترتيب الطبقى لاحدى الغابات المطرة الحارة

ويمثل المحور الأفقى الفواصل بالمتر بين أنواع أشجار الغابة

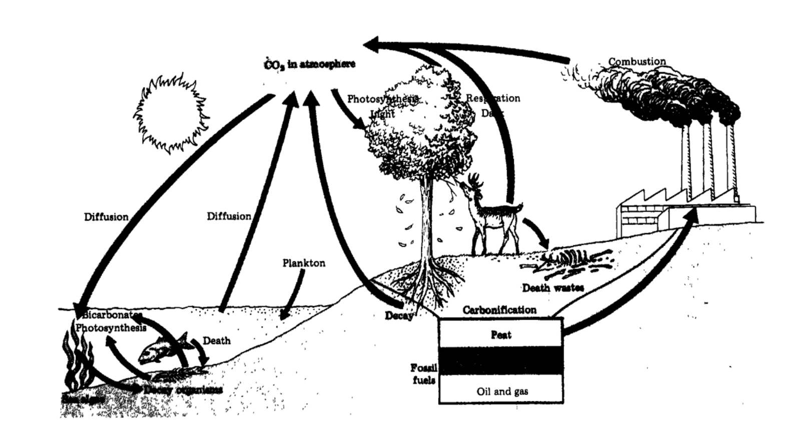
ويمثل المحور الراسى ارتفاع الأشجار بالمتر ..



شكل (٢) معيشة المأوى

تتضح الأفضليات النموذجية لاختيار مواقع الأعشـــاش عند بعض الطيور البحرية فى كاليفورنيا . .

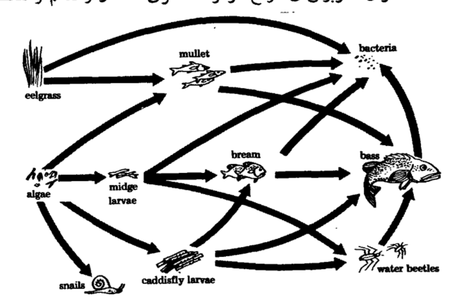
وتبدو فى الشكل المأوى والترتيب الطبقى للانواع فى مكان معيشة الطيور


CO2 in atmosphere
Photosynthesis
Light
Combustion
Diffusion
Diffusion
Plankton
Bicarbonates
Photosynthesis
Death
Decay organisms
Decay
Death wastes
Carbonification
Peat
Fossil fuels
Oil and gas

شكل (٣) دورة الكربون

يتضح سريان عنصر الكربون خلال مكونات احد الانماط البيئية .
مفردات الشكل من أعلى لأسفل هى :

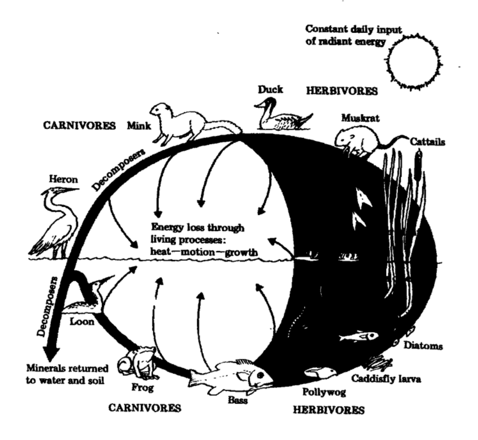
١ ــ ثانى أكسيد الكرون الموجود فى الغلاف الجوى للارض .
٢ ــ نواتج الاحتراق .
٣ ــ ناتج تنفس النبات فى الظلمة ليلا .
٤ ــ ناتج التمثيل الضوئى للنبات فى النهار .
٥ ــ آنتشار غاز ثانى أكسيد الكربون .
٦ ــ البلانكتون البحرى .
٧ ــ مخلفات الكائنات الميتة .
٨ ــ التحلل .
٩ ــ بيكربونات .
١٠ــ عملية التمثيل الضوئى فى النباتات الخضراء .
١١ــ أسماك ميتة .
١٢ــ كائنات متحللة .
١٣ــ طحالب بحرية .
١٤ــ الاختزان الكربونى فى أنواع الوقود الحفرى : القار والفحم والنفط .



شكل (٤) النسج الغذائى

جانب من نسج غذائى فى منطقة ينابيع الفضة بولاية فلوريدا
مفردات الشكل من اعلى لاسفل هى :

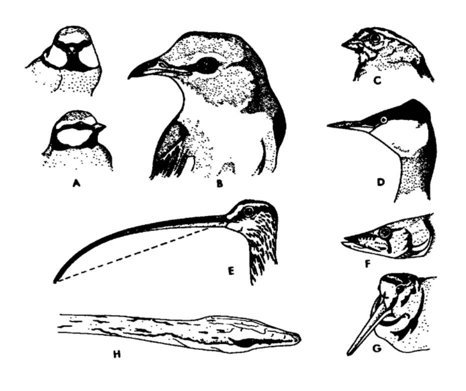
١ ــ نبات عشب الثعابين البحرى
٢ ــ سمك البورى .
٣ ــ بكتريا .
٤ ــ طحالب .
٥ ــ يرقات الهاموش .
٦ ــ سمك شلباية .
٧ ــ سمك ذئب البحر المفترس .
٨ ــ قواقع .
٩ ــ يرقات ذبابة قادس .
١٠ــ خنافس مائية .



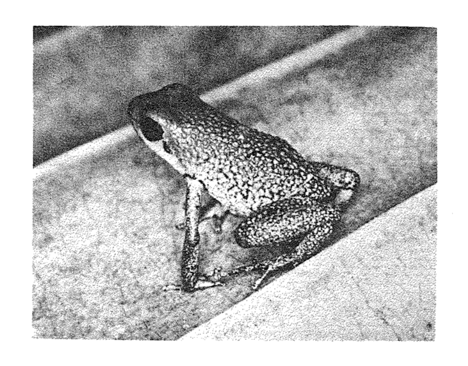
شكل (٦) انموذج سريان الطاقة

توضيح نماذج سريان الطاقة فى أحد مستنقعات المياه العذبة
مفردات الشكل من اعلى لأسفل هى :

١ ــ المدخلات اليومية الثابتة من الطاقة الاشعاعية للشمس .
٢ ــ نباتات مائية : ذيل القط ــ حلفاء ــ سنان السهم ــ زنبق الماء .
٣ ــ حيوانات آكلة العشب : فأر المسك ــ البط .
٤ ــ الضوارى آكلات اللحوم : الشمس ــ طائر البلشون .
٥ ــ عوامل الانحلال والتفكك .
٦ ــ طاقة مفقودة فى العمليات الحيوية على صورة حرارة وحركة ونمو .
٧ ــ طاقة متغيرة ومخزونة .
٨ ــ نباتات ميكروسكوبية وطحالب .
٩ ــ آكلات العشب : يرقات ذباب قادس وابو زنيبة وسمك المينو الضئيل
١٠ــ آكلات اللحوم : طائر الوغد ــ الضفدعة ــ سمك ذئب البحر .



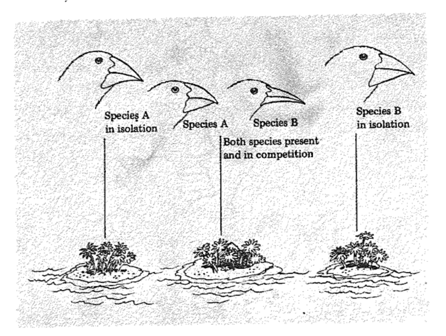
شكل (٧)   الخطوط الملونة عند بعض الحيوانات المفترسة
تعمل خطوط واجهة العينين على توجيه البصر والتنشين لاقتناص الفريسة



شكل (٨) : التلون المنذر

ضفدعة السهم المسموم ذات اللون الأحمر الفاقع فى الغابات الممطرة فى
كوستاريكا
ويستخلص هنود أمريكا الجنوبية السم المميت اللازم لأسلحتهم عن طريق
غليان جلود هذه الضفادع فى الماء

Summary



شكل (٩) الاستبدال السلوكى

يرجع ذلك الى تأثير التنافس بين نوعين من طيور الشرشور تعيش فوق سلسلة من الجزر ..

مفردات الشكل من اليسار لليمين هى :

١ ـ النوع (أ) من طيور الشرشور يعيش منفردا فى احدى الجزر فيكون له نفس شكل منقار النوع (ب) الذى يعيش بعيدا عنه فى جزيرة أخرى .

٢ ـ يعيش النوعان (أ) ، (ب) من طيور الشرشور فى جزيرة واحدة فحدث تطور محلى فى حجم منقار كل نوع ليتخصص الواحد فى التغذية على موارد غذائية مختلفة من موارد الآخر . اى أن التنافس يؤدى الى الاستبدال السلوكى



شكل (١٠) معيشة التبعية الاجتماعية

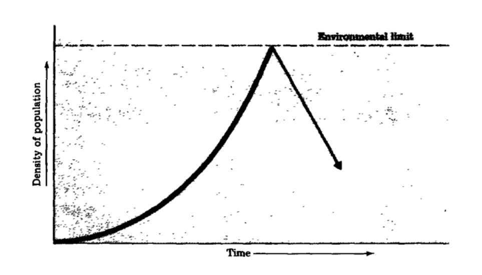
فوج من القرد الأفريقى الرياح فى اثناء تحركه داخل منتزه نيروبى المحمى فى جمهورية كينيا

ويبدو أن لكل عضو مركزا خاصا به فى المسيرة ففى وسط الفوج تسير الذكور البالغة المسيطرة مصطحبة معها اناثها والأبناء

وفى مقدمة الفوج وفى المؤخرة تسير بعض الذكور والاناث البالغة

وعلى يمين ويسار الفوج تسير اثنتان من الاناث اكتست أردافهما المنتفخة باللون الأحمر الذى يظهر داكنا فى الصورة دليلا على الشبق اى الرغبة فى المعاشرة الجنسية حيث يلازم مؤخرة كل منهما ذكر فحل

ومن المحتمل ان تتشكل أفواج جديدة بانفصال بعض الاتباع حين يصبح الفوج الأصلى كبيرا فى النهاية

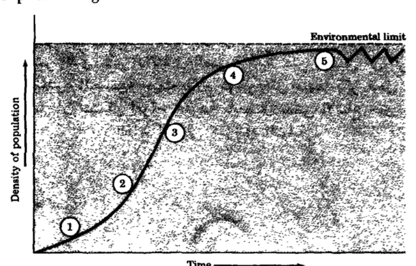


شكل (١١) منحنى قالب النمو الأسى للسكان

يزداد عدد الجماعة السكانية وفقا للنمط الأسى أى نمط الربح المركب بعد انقضاء مرحلة التأسيس الابتدائية . وتستمر الزيادة حتى تعمل المحددات البيئية على حدوث افلاس عددى للجماعة يمثله الانحدار المستقيم فى الرسم البيانى بعد بلوغ القمة التى اصطدمت بالخط المنقط الذى يمثل المحددات البيئية المؤدية للافلاس العددى

ويمثل المحور الأفقى انقضاء الزمن ويمثل المحور الراسى للكثافة السكانية

Population Regulation



شكل (١٢) منحنى قالب النمو السينى للسكان

يتمثل قالب هذا النمو بيانيا فى شكل حرف اس وتتضح النقط الآتية على المنحنى :

١ ــ مرحلة تأسيس العجلة المتزايدة للنمو .

٢ ــ مرحلة التزايد اللوغاريتمى .

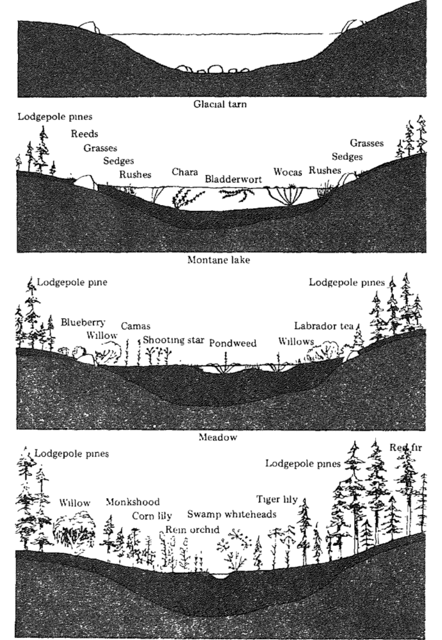
٣ ــ نقطة الانعطاف وعندها يبدأ معدل النمو فى البطء والتراخى .

٤ ــ مرحلة العجلة المتناقصة للنمو .

٥ ــ اقصى حجم سكانى أو مايسمى السعة الجارية وتظهر فى الشكل عند الالتقاء مع الخط المنقط الذى يمثل المحددات البيئية التى تمنع الحجم السكانى من استمرار الزيادة .

ويمثل المحور الافقى : انقضاء الزمن

ويمثل المحور الراسى : الكثافة السكانية


Glacial tarn
Lodgepole pines
Reeds
Grasses
Sedges
Rushes
Chara
Bladderwort
Wocas
Rushes
Sedges
Grasses
Montane lake
Lodgepole pine
Blueberry
Willow
Camas
Shooting star
Pondweed
Willows
Labrador tea
Lodgepole pines
Meadow
Lodgepole pines
Willow
Monkshood
Corn lily
Rein orchid
Swamp whiteheads
Tiger lily
Lodgepole pines
Red fir
Swale

شكل (١٣) التعاقب داخل التجمع الحيوى ←

مراحل التعاقب الابتدائى من بحيرة لم يسبق أن شغلها تجمع حيوى الى ظهور غابة الذروة المناخية فى جبال سيرا نيفادا بولاية كاليفورنيا

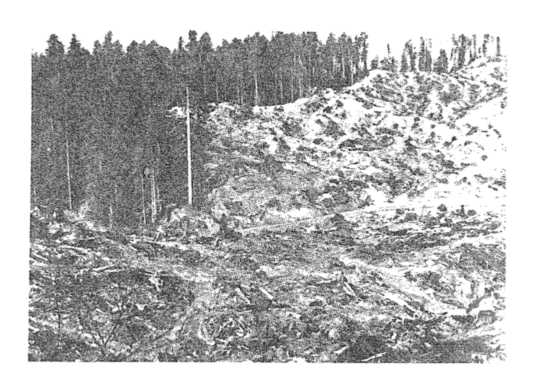
مفردات الشكل من اعلى لأسفل هى :

١ ـ بحيرة جليدية متجمدة بين جبلين .

٢ ـ بحيرة مائية تبدو فيها : أشجار الصنوبر ـ نبات البوص ـ أعشاب ـ نبات الحلفاء ـ نبات السمار ـ نبات الأكياس الهوائية . وتبدو فى قاع البحيرة طبقة من الرواسب الطينية .

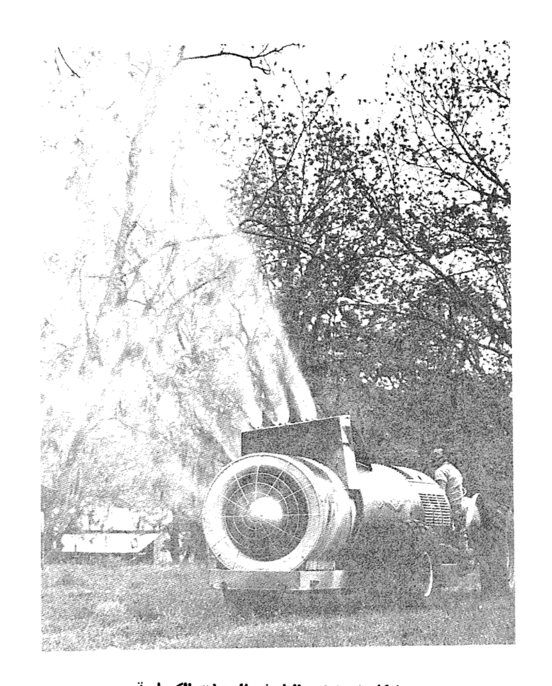
٣ ـ المرج وتبدو فيه : أشجار الصنوبر ـ نبات التوت الأزرق ـ أشجار الصفصاف ـ نباتات الأبصال ـ نباتات النجمة المنبثقة ـ أعشاب البركة .

٤ ـ منخفض اراضى المستنقعات وتبدو فيه : أشجار الصنوبر ـ أشجار الصفصاف ـ نباتات قلنسوة الراهب السامة ـ نبات زنبق القمح ـ نبات الأوركيد ـ نبات القمم البيضاء ـ زنبق النمر ـ أشجار التنوب الأحمر .



شكل (١٤) الازالة بقطع أشجار الغابات

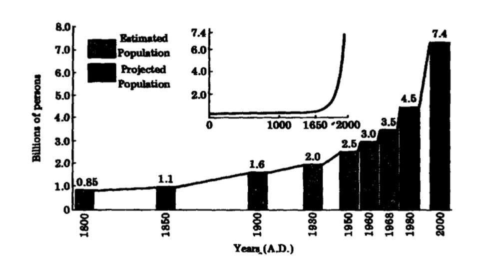
توضيح التغير البيئى نتيجة قطع أشجار احدى الغابات فى شمال غربى الولايات المتحدة



شكل (١٥)   التلوث بالمبيدات الكيماوية

اصبحت عملية رش الأشجار بالمبيدات للقضاء على الآفات النوعية تتم آليا لزيادة الانتاج الزراعى الحديث .

ولكن فائض المركبات الكيماوية ينتقل مع الهواء الى الأماكن البرية المجاورة مما يمكن معه وقوع الأضرار الجسيمة لكائنات اخرى ليست هى الهدف من الابادة الكيماوية



شكل (١٦)   النمو السكانى البشرى

التمثيل البيانى للنمو السكانى للبشر فى جميع أنحاء الدنيا ابتداء من العام الميلادى الأول حتى عام ٢٠٠٠

وتتضح التقديرات السكانية للاعوام من ١٨٠٠ حتى ٢٠٠٠ بالتفصيل .

مفردات الشكل من اعلى لأسفل :

١ ـ التقديرات الاحصائية التى تمت .

٢ ـ التقديرات الاحصائية المنتظرة .

ويمثل المحور الافقى انقضاء الأعوام من صفر حتى ٢٠٠٠

ويمثل المحور الراسى عدد السكان بالبليون أى الألف مليون .

فهرس الكتاب

صفحة

المقدمة ٣

الباب الأول ـ السكان والبيئة :

ما السبب فى دراسة البيئة واثرها على الحياة السكانية ٧

مستويات تركيب البيئة ٨

التطور والنظام فى الأنماط البيئية ١١

الخلاصة ١٥

الباب الثانى ـ بعض المبادىء الأساسية فى علم البيئة ، العناصر والطاقة :

الدورات الحيوية جيوكيماوية فى الأنماط جيوكيماوية ١٩

كيف يمكن للانسان تغيير الدورات الحيوية جيوكيماوية ٢٦

سريان الطاقة فى الإنماط البيئية ٣٠

الخلاصة ٤٢

الباب الثالث ـ بعض المبادىء الأساسية فى علم البيئة ـ التفاعلات بين الكائنات :

الافتراس ٤٧

التكافل ٥٤

التنافس ٥٩

الخلاصة ٦٣

الباب الرابع ـ تركيب الجماعات السكانية :

خصائص الجماعة السكانية ٦٧

التفرق ٦٨

صفحة
التركيب الاجتماعى والتفرق ٧١
الانتشار السكانى ٧٤
الخلاصة ٨٠

الباب الخامس ـ النمو السكانى والتنظيم الضبطى :

الكثافة ٨٣
النمو السكانى ٨٥
الجهد الحيوى ٩٠
قالب النمو السكانى ٩١
التنظيم السكانى ٩٣
التقلبات السكانية ١٠٠
الخلاصة ١٠٥

الباب السادس ـ بيئة التجمعات :

التنوع فى التجمع ١٠٩
تجمعات البحيرة ١١١
السيادة فى التجمع ١١٢
الانتاجية وما يرتبط بها من مدركات ١١٣
التعاقب ١١٥
التكوينات المناخية الرئيسية ١١٧
التجمعات المناخية واهميتها ١٢٦
الخلاصة ١٢٦

الباب السابع ـ التغير البيئى :

الحرائق ١٣٢
الاخلاء للزراعة ١٣٤
اسقاط أوراق الشجر والقاء القنابل ١٣٧

صفحة

التوسع الحضرى والامتداد العمرانى ١٣٩
الازالة بقطع أشجار الغابات من أجل أخشابها ١٤١
مشروعات الأشغال العمومية ١٤٢
الخلاصة ١٤٥

الباب الثامن ـ التلوث :

تلوث المياه ١٤٩
تلوث الهواء ١٥٦
تأثيرات تلوث الهواء ١٥٨
التلوث بالفضلات الصلبة ١٦١
المبيدات الحشرية ومشاكل التلوث ١٦٤
التقييد الحيوى ١٧١
الخلاصة ١٧٦

الباب التاسع ـ النمو السكانى البشرى :

الانفجار السكانى : طبيعة المشكلة ١٧٩
النمو السكانى لدى المجتمعات البدائية ١٨٢
النمو السكانى لدى المجتمعات العصرية ١٨٨
منع الحمل وبرامج تنظيم الأسرة ١٩٦
الاجهاض ٢٠٠
التعقيم ٢٠١
آمال المستقبل ٢٠٣
الخلاصة ٢٠٤
معجم المصطلحات ٢٠٩

رقم الايداع ٣٢١٣/٧٨دولى رقم ١ – ٩٧ – ٩٧٧/٧٢٢٢

دار الجيل للطباعة ١٤ قصر اللؤلؤة ـ الفجالة
تليفون ٩٠٥٢٩٦

الناشر
مكتبة الوعي العربي
٥ شارع كامل صدقي بالفجالة

ـــ
١٢٥